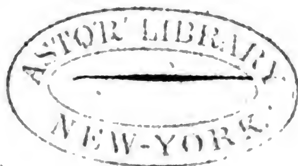
ANNALEN

DER

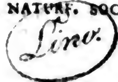
PHYSIK.



HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,
PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURFORSCHENDER FREUNDE
IN BERLIN U. ANDRER NATURF. SOCIETÄTEN.



ZEHNTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1802.

INHALT.

Jahrgang 1802, Band 1,

oder

Zehnter Band erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, ERSTES STÜCK.

I.

Ueber die electroskopischen Phänomene des Gasapparats an der Voltaischen Säule,

vom

Professor Erman

in Berlin. *)

In dem Gasapparate wird die galvanische Kette durch vollkommene Leiter, welche ein unvollkommener Leiter trennt, geschlossen. Bis jetzt hat man hauptsächlich die *chemischen* Erscheinungen beachtet, welche dieser Fall darbietet; doch verdienen die *physischen* Phänomene, welche dabei statt finden, gewiss dieselbe Aufmerksamkeit. Eine Untersuchung derselben verspricht uns manchen Aufschluss über den Ladungsmechanismus der Säule selbst, die im Wesentlichen viel Analoges mit dem Gasapparate

*) Eine Fortsetzung der Untersuchungen, deren Resultate in den *Annalen*, VIII, 197 f., mitgetheilt sind. *d. H.*

hat, und überdies hängt die Ausmittelung der physischen Beschaffenheit der galvanischen Flüssigkeit, nachdem sie bei ihrem Uebergange von Draht zu Draht neue Mischungen und Entmischungen bewirkt hat, vielleicht näher mit der Auflösung des chemischen Problems zusammen, als wir es zur Zeit vermuthen. — Folgende Sätze, welche Resultate aus sehr vielen Thatsachen sind, werden hoffentlich etwas dazu beitragen, diesen wichtigen Gegenstand aufzuhellen.

1.

Das Wasser ist ein sehr schlechter Leiter der Electricität im galvanischen Gasapparate; je reiner, desto geringer ist das Leitungsvermögen desselben, und mit diesem Leitungsvermögen steht die Intensität der chemischen Wirkung im geraden Verhältnisse. — Das Wasser leitet *an und für sich* die an einem Pole der Voltaischen Säule frei gewordene Electricität vollkommen; so dass, wenn man bloss diesen Pol mit dem einen Drahte eines Gasapparats in Verbindung setzt, dieser Pol sich durch Berührung des andern aus der Röhre hervorragenden frei stehenden Drahts völlig entladen lässt. So bald aber *beide* Drähte des Gasapparats mit beiden Polen der Batterie in Verbindung gebracht werden, ist alles geändert, und es tritt dann das oben erwähnte Gesetz ein, wovon der Grund sich in der Folge zeigen wird.

Eine Glasröhre, zum Gasapparate bestimmt, an welche vor der Lampe einige Röhrchen als Tubula-

turen angeblasen waren, (wie in Fig. 3, Taf. I,) wurde mit dem reinsten destillirten Wasser angefüllt, und zwei Platindrähte wurden so hinein gesteckt, dass die Spitzen derselben 6 Zoll von einander entfernt blieben. Diese Drähte verband ich mit den Polen einer sehr wirksamen Batterie von 200 Plattenpaaren, und brachte zugleich an jeden Draht des Gasapparats ein äusserst feines und sicheres Blattgold-Electrometer an. Die Gaserzeugung war wenig lebhaft, und die Electrometer behielten beinahe ihre völlige Divergenz; ein Beweis, dass die Verbindung von Pol zu Pol durch diese Wassersäule sehr unvollkommen war. Nun tröpfelte ich durch die Tubulaturen eine sehr geringe Menge einer schwachen Auflösung von salzsaurem Natrum, (ungefähr sechs bis acht Tropfen auf eine Unze Wasser, welche die Röhre ungefähr fassen konnte.) In dem nämlichen Augenblicke hörte die Divergenz in beiden Electrometern beinahe so gänzlich auf, als hätte ich von Pol zu Pol eine Metallleitung angebracht, und zugleich fingen die Platindrähte an, mit mehr als sechsfacher Heftigkeit ihre Gasarten zu geben. — Ich wiederhohlte diesen Versuch sehr oft, indem ich zur Vergleichung destillirtes Wasser, und gleich darauf Wasser aus dem Brunnen meiner Wohnung nahm, welches einen nicht unbeträchtlichen Antheil salzsaurer Kalkerde enthält, und fand jedes Mahl, dass vollkommen reines Wasser im Gasapparate eine comparativ sehr geringe Menge Gas giebt, und den Electrometern beinahe nichts

von ihrer Divergenz nimmt, indeſs das Brunnenwaſſer, (oder das mit einem ſalzſauren Neutralſalze vermiſchte reine Waſſer,) die Electricität der Säule viel vollkommener leitet, und zugleich eine dieſem Leitungsvermögen entſprechende gröſsere Menge von Gas liefert. Dieſe Thatſache iſt wichtig, indem ſie ganz offenbar die electriſche Wirkung mit der chemiſchen Wirkung in die innigſte Cauſalverbindung ſetzt. So leidet auch das Oehl an der galvaniſchen Batterie ganz und gar keine Veränderung, weil es die electriſche Wirkung ganz vollkommen hemmt, wie es die Electrometer zur Genüge zeigen. Auch hat dieſe Beobachtung einen ſehr directen Bezug auf den Gebrauch des Salzwaſſers zum Anfeuchten der Tuchſcheiben.

2.

Die Waſſerſäule, welche ſich im Gasapparate zwiſchen den beiden Batteriedrähten befindet, erhält während des galvaniſchen Prozeſſes wirklich Electricität.

Ein ſilbernes Rohr, an deſſen beide Enden Glasröhren gekittet waren, in welche ſich die Drähte der Batterie befeſtigen lieſsen, wurde, mit Brunnenwaſſer gefüllt, zum Gasapparate vorgerichtet. Nachdem ich die äuſsere Fläche am Feuer ſo genau getrocknet hatte, daſs ſelbſt mit dem Condenſator nicht die mindeſte Spur einer Leitung daran zu merken war, machte ich die Verbindung der Drähte mit der Batterie. Das ſilberne Mit-

elstück zeigte nun am Condensator äusserst starke Electricität, die nur durch die innere Wassersäule von einem Drahte zum andern hatte hingelangen können.

Eben so gab in einer Röhre, die gegen ihre Mitte einen Tubulus hatte und als Gasapparat an die Säule angebracht war, ein Draht, welcher durch diesen Tubulus in das Wasser der Röhre getaucht wurde, starke Divergenz am Condensator.

Endlich zeigte auch das Wasser einer Schale, worin die beiden Drähte der Säule Gas und Oxyd gaben, am Condensator sehr merkliche Electricität.

Es folgt aus diesen Thatsachen, denen ich eine Menge anderer gleich lautender beifügen könnte, daſs bei der Gas- und Oxyderzeugung nicht die Electricität, oder wenigstens nicht alle Electricität, so verwendet wird, daſs sie aufhören sollte, ihre physischen Wirkungen zu äuſsern. — Die Wichtigkeit dieser Untersuchung ist einleuchtend. Denn hätte sich gefunden, daſs alle electrischen Erscheinungen bei der Wasserzersetung aufhörten, so wären die chemische Zersetzung der electrischen Materie; und ihre Concurrenz zur Gaserzeugung durch ihre eigne Entmischung und Abtretung ihrer Bestandtheile, erwiesen gewesen. Da es aber doch noch sehr denkbar ist, daſs die Wassersäule nur den Ueberschuſs des nicht verwendeten electrischen Fluidi anzeigt, und die electrischen Erscheinungen wirklich schwächer zu werden scheinen, je mehr Wasserzersetzungen an einer Batterie statt finden;

so ist es allerdings der Mühe werth, dass man auf diesem Wege weiter fortschreitet, und ich werde es mir angelegen seyn lassen, in der Folge durch genauere Versuche auszumachen, ob bei gänzlicher Isolirung und sehr vermehrter Wasserzersetzung an einer Batterie, zuletzt doch nicht vielleicht jede Spur von Electricität verschwinden sollte.

3.

Metallische Leiter, welchen die galvanische Einwirkung in der Kette durch Wasserschichten zugeführt wird, zeigen immer Polarität in Rücksicht auf die chemischen Wirkungen. — Dieses Phänomen hat die auffallendste Aehnlichkeit mit dem Spiele der Atmosphären bei Electrisirungen durch Vertheilung. Ein Leiter *AB* unter diesen Umständen der oxydgebenden Spitze *C* der Batterie genähert, theilt sich in drei Theile oder Zonen, wovon die der Oxydspitze *C* zunächst liegende Gas giebt, die entgegengesetzte Oxyd erzeugt, die mittelste aber indifferent bleibt, und weder Gas noch Oxyd liefert.

Ehe ich noch meinen tubulirten Gasapparat erhalten hatte, setzte ich einen Apparat aus zwei Glasröhren so zusammen, dass an der Stelle, wo die eine Röhre in die Mündung der andern gekittet war, ein Metalldraht *C*, (Fig. 1, Taf. I,) in den Apparat zwischen die beiden Drähte der Batterie hineinreichte, während das andere Ende dieses Mitteldrahtes ausserhalb der Röhre blieb, um am Electrometer geprüft zu werden. Unter solchen Um-

ständen konnte die galvanische Wirkung vom positiven Batteriedrahte *A* nicht zum negativen Batter drahte *B* gelangen, ohne auf ihrem Wege dem Mitteldrahte *C* zu begegnen, und ich glaubte mich so im Besitze eines einfachen Mittels, die electrische Beschaffenheit des galvanischen Fluidi während seines Ueberganges zu prüfen. Es zeigte sich aber bald die im vorigen Satze erwähnte Wirkung, welche die beabsichtigte Prüfung sehr erschwerte. Der Mitteldraht *C* theilte sich der Länge nach in drei ziemlich gleiche Theile. Derjenige, welcher der oxydgebenden Spitze gegen über stand, gab Gas, der Theil, welcher dem gasgebenden Drahte am nächsten war, gab Oxyd, und der mittlere Theil zwischen diesen äufsersten Enden blieb unverändert. Dieses Polarisiren eines Mitteldrahts, welcher sich in einer continuirlichen Wassersäule zwischen den beiden Polardrähten der Batterie frei befindet, findet immer statt. Oft habe ich in einer einzigen Röhre 6 Mitteldrähte zwischen den Batteriedrähten angebracht, und stets hatte jeder dieser Mitteldrähte seinen Oxydpol, der dem Gaspole der Batterie gegen über stand, seinen Gaspol, der dem Oxydpole der Batterie entgegengesetzt war, und eine Indifferenzregion zwischen seinen beiden Polen. Die Erscheinungen zweier Gasapparate, die mit ihren entgegengesetzten Drähten an einander hängen, zeigen sich also hier unter Umständen, die unerwartet und lehrreich sind. Das electrische Fluidum kann folglich im galvanischen Prozesse unter keinen

Umständen einem im Wasser sich befindenden metallenen Leiter durchströmen oder vertheilend afficiren, ohne auch die chemischen Zersetzungen hervorzubringen.

Ich sah bald ein, daſs dieses Phänomen des polarisirenden Mitteldrahts auch statt finden müſste, wenn dieser Mitteldraht gleich nicht mit den beiden Batteriedrähten in eine Röhre eingeschlossen wäre. Ich leitete die beiden Drähte der Batterie in eine flache Schale, in welche ich einige Linien hoch Wasser gegossen hatte; als ich zwischen ihre Enden einen vollkommen polirten Draht legte, theilte er sich augenblicklich in die drei erwähnten Zonen. Lag der Draht in der verlängerten Richtung der beiden Batteriedrähte, (im galvanischen Meridiane,) so waren sich die Gas-, die Indifferenz- und die Oxydzonen an Länge gleich. Je mehr man aber den Mitteldraht gegen die Richtung der Batteriedrähte neigte, desto weiter erstreckten sich die Gas- und Oxydzonen, und die Indifferenzzone wurde immer geringer. Die Gas- und Oxyderzeugung nahm aber darum nicht zu, die Wirkung war im Gegentheile absolut genommen geschwächt, nur erstreckte sie sich auf gröſsere Theile der Oberfläche. Als ich endlich den Mitteldraht so um seinen Mittelpunkt drehete, daſs er mit der verlängerten Richtung der Batteriedrähte einen rechten Winkel machte, (im galvanischen Aequator lag,) theilte sich der ganze Mitteldraht der Breite nach in die

drei erwähnten Zonen. Die ganze dem Gaspole gegen über liegende Fläche oxydirte sich, und die dem Oxydpole entgegengesetzte gab einen zarten Schaum, der von der Gaserzeugung herrührte. In dieser Lage war aber die absolute Quantität des Gas und Oxyds sehr gering in Vergleichung mit der, die von den Spitzen in ihrer vorigen Lage herrührte. Oft wenn die Batterie sehr kräftig wirkte, fand ich an der Wasserstofffläche des messingenen Mitteldrahts eine äusserst schöne dendritische Vegetation von einem dunkeln, beinahe schwarzen Kupferoxyd, das durch den in dessen Nähe frei werdenden Wasserstoff zum Theil reducirt war. Warum aber die oft 4 bis 5 Linien langen Dendriten immer nach dem Oxydpole der Batterie ihre Richtung nahmen, ist wohl schwer zu erklären; es wäre denn, dass das Oxyd, welches durch die Wasserstofffläche zum Theil reducirt wurde, vom entgegengesetzten Oxydpole der Batterie herrührte und sich bloss gegen den Mitteldraht herüber gezogen hätte. Uebrigens ist auch in diesem Versuche die Wirkung nicht auf einen einzigen Mitteldraht eingeschränkt. Ich hatte oft in einer Schale zehn und mehr Mitteldrähte von homogenen und auch von verschiedenen Metallen, in allen möglichen Richtungen. Alle zeigten das Phänomen der Vertheilung in drei Zonen, mit den von ihrer Lage herrührenden eben erwähnten Modificationen. Dieser Versuch erfordert, wie mehrere der hier angeführten, eine sehr kräftige Säule, um bestimmte Resultate zu geben.

Diese Erscheinungen zeigen uns nebenbei, wie äusserst schlecht in Vergleichung mit den Metallen das Wasser die galvanische Wirkung leitet; denn die wechselseitige Einwirkung der Batteriedrähte geschieht nicht immediat auf dem kürzestem Wege durch das frei dazwischen liegende Wasser, sondern geht durch einen grossen Umweg durch die Endspitzen des Metalles, welchen spitzen Winkel auch der Mitteldraht mit dem galvanischen Meridiane macht. Ein ähnlicher Umweg zeigt sich bei der galvanischen Wirkung, wenn der Mitteldraht *C*, (Fig. 2, wo o, wie in den übrigen Figuren, das Ausbleiben jeder chemischen Wirkung anzeigt,) selbst mit einem der Pole der Säule verbunden wird. Es wende sich z. B. der Mitteldraht gleich bei seinem Eintritte in die Röhre gegen den Draht *A* des Gasapparats, und man verbinde den entgegengesetzten Draht *B* mit dem andern Pole der Batterie, so giebt eine gute Strecke von *C*, die ganz ausserhalb des geschlossenen Kreises liegt, das Gas, oder das Oxyd, je nachdem *C* mit dem negativen oder dem positiven Pole verbunden worden. Dieses ging indess nie so weit, dass die abgewendete Spitze des Drahts *C* die chemische Wirkung gezeigt hätte, sondern es war nur eine Zone von *C*, die sich dem Knie des nach *A* gebogenen Drahts bald mehr, bald weniger näherte. — Wir haben hier also zwei Fälle, wo bei zugespitzten und frei liegenden Körpern die galvanische Action sich nicht auf deren Spitzen bezieht. In der Folge werden einige noch interessantere Wir-

kungen dieser Art vorkommen, wo zwei gegen über stehende Spitzen im Gasapparate keine chemischen Wirkungen zeigen, während oberhalb dieser Spitzen die umgebogenen Knien der Drähte sehr häufiges Gas und Oxyd erzeugen.

4.

Die Wassersäule im Gasapparate hat nicht in ihrer ganzen Länge eine gleichnamige Electricität, sondern zeigt dieselbe Polarität als eine an die Pole der Batterie angebrachte hanfene Schnur, (Annalen, VIII, 207,) *und andere Halbleiter der Electricität, welche Volta unter der Benennung von Leitern der zweiten Art begreift.*

Ein Gasapparat, (Fig. 3,) der drei Tubulirungen, eine *E*, gerade in der Mitte der Röhre, die beiden andern *C* und *D* in gleichen Entfernungen von den Enden der Röhre hatte, wurde an seinen äussersten Enden mit Drähten versehen, und diese, nachdem man ihn mit Brunnenwasser gefüllt hatte, mit den Polen der Säule und zugleich mit sehr zarten Bennetschen Electrometern in Verbindung gebracht. Beide Electrometer nahmen bald eine merkliche Divergenz an, deren Maximum zwar geringe, aber constant war, weil beide Pole isolirt waren. Berührte man nun mit einem wohl isolirten Drahte das Wasser im Tubulus *C*, der dem positiven Pole *A* zunächst war, so vermehrte sich augenblicklich die Divergenz des Electrometers an *B*, beinahe eben so stark, als hätte man den Pol *A*

felbſt berührt. Eine Berührung des Waſſers im Tubulus *D*, der an den negativen Pol *B* angrenzte, benahm dem Electrometer in *B* alle Divergenz und brachte ſie ganz an das entgegengeſetzte Electrometer in *A*. Berührte man aber das Waſſer im mittelſten Tubulus *E*, der von den beiden Batteriedrähten gleich weit ab ſtand, ſo war in keinem von beiden Electrometern eine Spur von vermehrter oder verminderter Divergenz zu merken; beide behielten ſie ſo, wie ſie ihnen im natürlichen Zuſtande des Gleichgewichts zukam, gerade als hätte gar keine ableitende Berührung ſtatt gefunden, welches die Vertheilung der Electricität in der Waſſerſäule auſser allen Streit ſetzt. Mehrere Beweiſe dieſer Polarität findet man weiter hin.

5.

Die Mitteldrähte im Gasapparate zeigen ihrer ganzen Länge nach nur die Electricität desjenigen Theils der Waſſerſäule, worin ſie ſich befinden, ungeachtet ſie in zwei entgegengeſetzten Zuſtänden ſind. So z. B. giebt das Knie eines Drahts Oxyd, die Spitze Gas, indeſs der ganze Draht nur negative Electricität zeigt, weil er ſich in der Region des negativen Drahts befindet. — Dieſes allgemeiner ausgedrückt, giebt folgenden ſehr paradoxen Satz: *Es exiſtirt kein beſtändiges Verhältniſs weder zwiſchen wahrgenommenem — E und Gaserzeugung, noch zwiſchen wahrgenommenem + E und Oxydation.* Die Beobachtungen an den Polardrähten der Säule

haben veranlaſst, daſs man dieſes Coexiſtiren des wahrnehmbaren + *E* mit Oxydation, und des — *E* mit Gaserzeugung als Geſetz aufgeſtellt, und ſogar im wiſſenſchaftlichen Sprachgebrauche die Benennungen: poſitiver und Oxydpol, negativer und Gaspol, als völlig ſynonym betrachtet hat. Folgende Verſuche zeigen aber ganz beſtimmt, daſs eine Metallſpitze ſehr viel Oxyd geben, und doch zugleich ſehr ſtarkes — *E* haben, und umgekehrt viel Waſſerſtoffgas geben, und doch + *E* ſeyn kann.

In einen tubulirten Apparat mit 3 Röhrchen, (Fig. 4,) wurden zwei Mitteldrähte von Platin *C* und *D* ſo hinein geſchoben, daſs ihre Spitzen gegen einander gerichtet waren, indem ſie ſich von den nächſten Polardrähten der Batterie *A* und *B* ab, gegen den Indifferenzpunkt *E* in der Mitte der Waſſerſäule wendeten. Jeder dieſer Drähte theilte ſich nach dem oben angeführten Geſetze der Länge nach in drei Zonen, deren mittlere indifferent war, indeſs die beiden äuſsern, (da die Drähte Platin waren,) Gas gaben. Ich prüfte das aus dem Apparate hervorragende Ende eines jeden Mitteldrahts am Electrometer, und fand, daſs *C*, als dem poſitiven Polardrahte der Batterie näher, auch poſitive Divergenz gab, und *D*, als nach dem negativen Polardrahte zu liegend, das Electrometer negativ afficirte. Hier iſt alſo ein ganz beſtimmter Fall, wo die Erzeugung des Waſſerſtoffgas an dem Theile eines Drahts geſchah, der poſitive Electricität gab, und wo umgekehrt der oxydgebende Theil ei-

nes Drahts negative Electricität zeigte. Man betrachte nur Figur 4. Der positive Pol *A* der Batterie giebt Sauerstoffgas, und daher das am Drahte *C* dem Pole *A* gegen über stehende Knie Wasserstoffgas, und doch afficirte es das Electrometer eben so positiv, wie *A* selbst. Dieselbe Anomalie zeigt der Mitteldraht *D*. Der Polardraht *B*, dem er zunächst liegt, ist negativ und giebt Wasserstoffgas, daher das Knie des Mitteldrahts Sauerstoffgas; und dessen ungeachtet wirkt dieses ganz bestimmt als negativ auf das Electrometer. Ich habe die nämliche Erscheinung in sehr vielen andern Fällen bestätigt gefunden, will aber mit Fleiss bei diesem Versuche stehen bleiben.

Es sind dagegen nur zwei Einwendungen möglich; beiden will ich zu begegnen suchen. *Einmahl* könnte es zweifelhaft scheinen, ob in diesem paradoxen Falle der positive Draht auch wirklich Wasserstoffgas, der negative Sauerstoffgas gegeben habe, da sich im tubulirten Apparate die Gasarten, welche sich an den Platindrähten entwickeln, nicht auffangen und einzeln untersuchen lassen. Ich wiederhohlte aber den nämlichen Versuch mit oxydirbaren Metalldrähten, und sah hier das Oxyd von einem Drahte ausströmen, der das Electrometer geradezu und ohne Condensator äusserst merklich negativ afficirte. Ueberdies giebt es ein sehr leichtes und schätzbares Mittel, im tubulirten Gasapparate, worin Platindrähte gebraucht wer-

den, die chemische Constitution derselben zu prüfen. Man bringe durch den Tubulus einen zusammen gerollten Streifen Lackmuspapier dicht an die Spitze oder an das Knie des auf Sauerstoff zu prüfenden Mittel- oder Hauptdrahts. Entwickelt sich hier Sauerstoff, so wird das Papier in 8 bis 10 Minuten schon rosenroth gefärbt, (nicht ganz so schnell, aber eben so bestimmt, wenn man mit destillirtem Wasser arbeitet, welches aber bei Untersuchungen der Art gar nicht zu rathen, oder sogar in einigen Fällen, wegen der schlechten Leitungsfähigkeit des reinen Wassers, unmöglich ist.) Nach einer längern Zeit fängt das Papier an sich zu entfärben, und wird zuletzt ganz bleich, mit Ausstoſsung von sehr bestimmtem Geruche der übersauren Salzsäure, wovon ein Mehreres bei einer andern Gelegenheit. — Der Wasserstoffgas entwickelnde Platindraht färbt unter gleichen Umständen das Kurkumepapier sehr schön violett. Ich pflege aber das viel bequemere essiggeröthete blaue Papier anzuwenden. Ueber die Bestimmtheit und Schnelligkeit dieses Prüfungsmittels geht in der That nichts. Ich habe oft die Spitze des einen Mitteldrahts von einer Seite, und die entgegengesetzte von der andern, an das Papier in *E* gebracht, und nach sehr kurzer Zeit beim Herausnehmen gefunden, daſs die eine Fläche des Cylinders schön blau und die andere hochroth gefärbt war, je nachdem die Stellen des Papiers vom Oxyd- oder vom Wasserstoffdrahte berührt worden waren.

Der *zweite* mögliche Einwurf könnte die Prüfung des Mitteldrahts auf + oder — *E* betreffen, ob sie nämlich scharf genug, und ob es auch erlaubt gewesen sey, von dem aus dem Tubulus hervorragenden Theile des Drahts, der eigentlich das Electrometer berührt, auf den electrischen Zustand des im Wasser selbst liegenden Theiles zu schliessen. Diesem Einwurfe begegnete ich dadurch, dass ich das Electrometer unmittelbar an die Mündung des Tubulus am Mitteldrahte anbrachte; selbst da gab der oxyderzeugende Theil des Mitteldrahts *D* negative Divergenz, und das Wasserstoffgas gebende Knie von *C* war positiv. Ferner untersuchte ich in dieser Rücksicht die Enden des in einer Schale liegenden Mitteldrahts; sie zeigten eben so wenig Correspondenz zwischen der chemischen Wirkung dieser Theile und der Natur der Electricität, die sie anzeigten. Das Wasserstoffgas gebende Knie des Mitteldrahts *C* muss auch desshalb positiv seyn, weil eine ableitende Berührung dieses Theils dem Electrometer in *A* alle Divergenz nimmt, und sie auf den entgegengesetzten Pol *B* überträgt; umgekehrt macht die Berührung des oxydgebenden Knies des Mitteldrahts *D* das Electrometer des positiven Poles in *A* divergiren, und entladet das Electrometer des negativen Batteriedrahtes *B*. — Folgendes *Experimentum crucis* läst endlich über diesen Gegenstand keine Möglichkeit eines Zweifels übrig. Die aus dem Wasser des ersten tubulirten Gasapparats hervorragenden Enden der Mitteldrähte *C* und *D*

wur-

wurden in eine zweite parallel gelegte tubulirte Röhre geführt, und sie gaben in dieser zweiten Röhre eine lebhafte Wasserzersetzung, wobei der Draht, der aus der negativen Region des Wassers des ersten Apparats kam, auch Wasserstoffgas im zweiten Apparate gab, und der der positiven Region des ersten Apparats zugehörige Draht, auch in der zweiten Röhre Oxyd erzeugte. Es war sogar hinlänglich, die Enden der Mitteldrähte des ersten Apparats an die aus den Tubulirungen des zweiten hervorragenden Drähte anzulehnen, um in dieser zweiten Röhre die Oxyd- und Gaserzeugung zu erhalten.

Zeigt nun aber dieser paradoxe Fall nicht die Verschiedenheit der electrischen und chemischen Wirkung der Causalität nach? Muss nicht das, was Oxydation und was Gaserzeugung hervorbringt, mit dem, was + E und — E bewirkt, durchaus heterogen seyn? und scheitert nicht gegen diese Thatsache das ganze Lehrgebäude des Newton der Electricität? (denn Franklin war nur Volta's Kepler.)

Ich glaube, dass dieser Schluss, so natürlich und logisch er mir anfangs selbst schien, doch sehr übereilt und unrichtig wäre. Wenn in einem Körper oder in einem Systeme von Körpern irgend eine Ursache wirkt, um das Gleichgewicht der Electricität zu stören, so wird dieser Körper oder dieses System von Körpern in seinen äussersten Punkten + *E* und — *E* zeigen, (ein jeder wird meine nicht ganz dualistischen Ausdrücke leicht in die Sprache des

Dualismus überſetzen können.) Giebt man ihnen einen beliebigen überſchüſſigen Grad von + oder — *E*, der den gegenwärtigen electriſchen Zuſtand der Luft überſteigt, ſo wird der ganze Körper oder das ganze Syſtem dem Electrometer + oder — geben; darum aber hat die Kraft, die ſich beſtrebt, das Gleichgewicht zu heben, nicht aufgehört wirkſam zu ſeyn, und es wird an den äuſsern Enden in dem mitgetheilten + oder — noch immer eine ungleiche Vertheilung, (ungleiche Ziehung des + *E* und Abſtoſsung des — *E*,) ſtatt finden. Ein ſolches Syſtem von Körpern iſt die Voltaiſche Säule ſelbſt. Die wechſelſeitige Wirkung des Silbers und Zinks macht das Silber negativ und den Zink poſitiv, und die Säule, wenn ſie übrigens im electriſchen Gleichgewichte mit der Luft und dem Electrometer iſt, giebt dieſem + *E* am Zinkpole und — *E* am Silberpole. Ertheilt man aber der iſolirten Batterie mehr + E, als die Luft und das Electrometer haben, ſo wird der Silberpol ſelbſt das Electrometer ſtark mit + *E* afficiren; darum hört aber der Ladungsmechanismus nicht auf. Silber und Zink haben beide mehr + *E* als die Luft; ſie vertheilen es unter ſich aber wieder ungleich, ſo daſs ein Electrometer, das eben die Ladung hätte als die Batterie, am Silberpole mehr zuſammenfallen, und am Zinkpole mehr divergiren würde. Eben ſo kann die Säule am Zinkpole negativ gemacht werden, wenn man ihr — *E* beibringt, und deſſen ungeachtet geht der ſogenannte Circulations-Prozeſs ſeinen Gang ungehindert fort. — Die-

se Versuche, die ich an der Batterie oft anstellte, könnte man ebenfalls an der gewöhnlichen Electrisirmaschine anstellen, wenn es möglich wäre, der Luft des Zimmers einen so hohen und beständigen Grad von + *E* beizubringen, daſs alle Theile des Apparats, Reibzeug, erster Leiter und Electrometer, + Divergenz gäben. So wie man nun beim Drehen der Scheibe die Excitation anfinge, die auch nur in aufgehobenem Gleichgewichte besteht, würde das + *E* am Reibzeuge schwächer, am Leiter stärker werden; aber alle Electrometer würden, so lange wie dieser Zustand der Luft dauerte, am Reibzeuge, so wie am ersten Leiter, mit + *E* divergiren.

Was nun von einem Systeme von Körpern gesagt worden, gilt auch von unserm Mitteldrahte, als einzelnem Körper, der durch das Electrisiren des Theils der Wassersäule, worin er sich befindet, + oder — *E* erhalten hat, und doch zugleich durch die vertheilende Wirkung der Batteriedrähte, (die man vielleicht höchst irrig eine Strömung nennt,) an einem Ende —, am andern + zu werden strebt. Der absolute electrische Zustand dieser Mitteldrähte ist und bleibt +, wenn er sich in der Region des Zinkdrahts, und —, wenn er sich beim Silberdrahte befindet; aber er erhält seiner Länge nach eine Tendenz zum + und — werden, welche von der allgemeinen Wirkung der Batterie herrührt und durch die besonders modificirte Leitungskraft des Wassers möglich bleibt.

Ehe ich diesen Gegenstand verlasse, will ich noch einige Umstände erwähnen, die sich auf die Wirkung der Mitteldrähte beziehen. Werden die Mitteldrähte *C* und *D*, (Fig. 4,) unter Wasser an einander geschoben, so hören im Augenblicke, wenn sie sich berühren, ihre Spitzen auf Gas und Oxyd zu geben, und die chemischen Wirkungen geschehen nur an den Knie-Enden dieser Drähte, die nun als ein einziger continuirlicher Leiter zu betrachten sind. Diese Erscheinung war leicht vorauszusehen, und ist äusserst leicht zu erklären. — Etwas auffallender ist es, dass gerade das nämliche statt findet, wenn man die beiden aus den Tubulaturen hervorragenden Enden *C* und *D* ausserhalb der Röhre in Berührung bringt, (Fig. 5.) Die Spitzen hören alsdann ebenfalls auf zu wirken, und nur die Knie-Enden geben Gas und Oxyd. Wenn man aber die geringe Leitungsfähigkeit des Wassers im Vergleiche der Metalle bedenkt, so bleibt kein Zweifel, dass bei der zusammenhängenden Metallleitung ausserhalb der Röhre, jetzt in einer und derselben Röhre zwei verschiedene, durch Wasser isolirte, und durch Metalldrähte zusammenhängende Gasapparate entstanden sind, wobei das einzige paradox scheinende die Gaserzeugung durch einen Umweg ausserhalb der Punkte, wo der Kreis eigentlich geschlossen wird, seyn könnte. Von einem ähnlichen Umwege haben wir aber schon oben Beispiele gehabt. Dieser Versuch zeichnet sich übrigens dadurch aus, dass die frei gegen über stehenden Spitzen der Mitteldrähte

kein Gas gaben, während die oberhalb liegenden ſtumpfen Enden dieſer Drähte ſehr ſtarke Gaserzeugung gewähren.

Der letzte Verſuch, den ich noch ſchlieſslich aus meinem Tagebuche ausheben will, giebt uns Gelegenheit, beinahe alle im Vorigen aufgeſtellte Sätze anzuwenden, und ſo ihre Wahrheit und ihren theoretiſchen Nutzen zu prüfen.

Von zwei parallel neben einander geſtellten tubulirten Gasapparaten, (Fig. 6,) iſt der eine (I) mit den Batteriedrähten *A*, (+*E*,) und *B*, (—*E*,) verbunden. Seine beiden Mitteldrähte *C* und *D* bleiben mit ihren gegen einander gekehrten Spitzen in gleichen Entfernungen vom Indifferenzpunkte *E*, und ihre herausragenden Enden biegen ſich gegen den zweiten Apparat (II) zurück, und durch ſeine Tubulirungen *c* und *d* in denſelben hinein, ſo daſs ſich ihre Endſpitzen auch hier in gleichen Entfernungen vom Indifferenzpunkte *e* befinden. Bringt man überdies von *E* zu *e* einen dritten Mitteldraht an, der aber bloſs in das Waſſer der beiden Röhren hinein ragt, ſo wird dieſer Draht *E e* weder chemiſche noch electriſche Erſcheinungen geben, weil ſich ſeine Spitzen in den Indifferenzregionen der beiden Waſſerſäulen befinden. Zieht man die Drahtenden *C* und *D*, oder *c* und *d*, oder auch die ganzen Drähte *CD* und *cd* gleich weit zurück, ſo bleibt an den Spitzen *E* und *e* alles todt, weil ſie nach wie vor immerfort in der reſpectiven Indifferenzregion ſind. Zieht man dagegen *D* und *c* zurück,

so dass sie in die Lage kommen, welche Fig. 7 darstellt, so rückt im ersten Apparate (I) der Wirkungskreis des positiven Pols *A* vor, und macht *E* durch Vertheilung negativ. Eben so rückt im zweiten Apparate (II) die Atmosphäre des negativen Pols *d* verhältnissmässig vor, und macht *e* durch Vertheilung positiv. Auch giebt augenblicklich *E* Wasserstoffgas und *e* Oxyd, wenn man zu mehrerer Deutlichkeit *Ee* nicht von Platin genommen hat; wie es denn überhaupt bei diesem Versuche viel schicklicher ist, alle Drähte von einem oxydirbaren Metalle, z. B. von legirtem Silber, zu nehmen, weil sich nur alsdann alles recht deutlich ausnimmt. — Soll umgekehrt *E* Oxyd und *e* Gas geben, so braucht man nur *C* und *d* wieder vorzuschieben, und *c* und *d* zurückzuziehen. Hierbei ist zu bemerken, dass der gehörig zurückgezogene Draht *C* oder *D* des ersten Apparats aufhört, die Phänomene der Polarität seiner Länge nach zu zeigen, und nur Gas oder nur Oxyd giebt, so dass im ersten Apparate nicht mehr Gas und Oxyd gebende Punkte entstehen, als vorher da waren, und *E* nun die Stelle desjenigen vertritt, der dem zurückgezogenen Drahte abgeht. In der zweiten Röhre haben wir aber den merkwürdigen Fall eines Gasapparats mit drei distincten gasgebenden Spitzen, wovon immer die zwei nächsten ungleichartig sind.

Die zuletzt angeführte Thatsache scheint mir, so wie alle übrigen, eine wesentliche Causalverknüpfung der chemischen und electrischen Erscheinun-

gen vollkommen zu begründen. So mannigfaltig und zum Theil verwickelt die Combinationen waren, die ich vornahm, und von denen ich nur die einfachſten angeführt habe, ſo ſuchte ich doch in allen, (die zum 5ten Satze gehörigen etwa ausgenommen,) die chemiſche Wirkung nach der Ausſage des Electrometers auf, beſtimmte ſie im voraus, und fand mich äuſserſt ſelten in meiner Erwartung betrogen. Die Reizverſuche des Froſchpräparats an den Mitteldrähten des tubulirten Gasapparats mit und ohne Batterie, bei Anwendung ganz homogener Platindrähte, werden mir künftig Gelegenheit geben, dieſes ausführlicher aus einander zu ſetzen.

(Die Fortſetzung folgt.)

II.

Ueber die Bewegung des galvanischen Fluidums,

von

Biot

Prof. am Coll. de France, u. Associé des Nat.-Inst.

(Vorgelesen im National-Institute den 26sten Therm. J. 9, (14ten Aug. 1801.) *)

Mein Zweck bei diesem Aufsatze ist, zu beweisen, *dass die Verschiedenheit der Gesetze, nach welchen das galvanische Fluidum in den verschiednen Apparaten zu wirken scheint, eine Folge der Form dieser Apparate selbst ist, vermöge welcher die Geschwindigkeit jenes Fluidums beschleunigt oder verlangsamt wird.*

Die Versuche des Bürgers La Place in der *Ecole de Médecine* haben bewiesen:

*) Diesen im Originale noch ungedruckten Aufsatz voll interessanter Versuche und Ideen verdanke ich Herrn Prof. Pfaff, dem er vom Verfasser in der Handschrift mitgetheilt wurde. Dass Herr Pfaff selbst die Hauptversuche mit Biot in Paris wiederhohlt hat und ihre Richtigkeit bezeugt, (*Annalen*, IX, 263,) erhöht, bei der bekannten Sorgfalt und Genauigkeit unsers Landsmannes, den Werth dieser Abhandlung gewiss nicht wenig. *d. H.*

1. Dass zwischen den beiden Enden der Voltaischen Säule *Anziehung* statt findet. — 2. Dass an jedem Ende die Theilchen des Fluidums sich wechselseitig zurückstossen. *) — Diese beiden Thatsa-

*) Man findet diese Versuche im *Journal de Médecine, Chirurgie, Pharmacie etc. par* Corvisart, Leroux et Boyer, Tome 1, Paris, An 9, Nivose, p. 351—358, unter der Ueberschrift: *Expériences galvan. vérifiées jusqu'à présent à l'Ecole de Médecine, au moyen de l'appareil imaginé par* Volta; *communiquées* par I. M. Hallé. Unter mehrern Gelehrten hat auch La Place dazu beigetragen, die dort erzählten Facta zu verificiren. Die Versuche wurden mit Zink-Silber-Säulen bis auf 100 und mehr Lagen, und mit einem Becherapparate aus Zinkkupfer angestellt, (der sich minder wirksam zeigte,) und enthalten für uns nichts neues. Sie betreffen: die *Wasserzersetzung*; die *Funken*, (die röthlichen Funkenbüschel, welche noch ausser dem weissen Lichtpunkte erscheinen und einem Verbrennen gleichen, sollen nur durch Eisendraht bewirkt werden, erfolgen, gleichviel ob man eine Zink- oder Silberscheibe berührt, und oft entstehen zugleich Lichtfunken an mehrern Stellen der Säule;) die *Anziehung* und *Zurückstossung*, (man nahm eine kleine Leidener Flasche in die Hand, schloss mit ihrem Knopfe und der andern Hand die Kette einige Minuten lang, und fand, dass dann Coulomb's Electrometer, zuvor geladen, vom Kopfe so angezogen oder abgestossen wurde, dass der Hydrogenpol — *E*, der Oxygenpol + *E* der innern Belegung der Flasche musste mitgetheilt haben;) und die *physiologischen*

chen dienen meinen Unterfuchungen zur Grund-lage.

Es ift allgemein bekannt, dafs die *Spitzen* die Electricität leicht anziehn und ausftrömen; eine Eigenfchaft, die ihnen in Rückficht aller Fluida, deren Theilchen fich wechfelfeitig zurückftofsen, gleichmäfsig zukommen mufs. Je ftumpfer die Spitzen find, um fo mehr nimmt diefe ihre Kraft ab; woraus nach Analogie zu fchliefsen ift, dafs *ebene Flächen*, welche gleichfam Elemente von grofsen Kugeln find, nur mit Schwierigkeit die Flüffigkeit, womit fie beladen find, von fich geben, und zwar mit defto gröfserer Schwierigkeit, je gröfser fie find. Diefe Eigenfchaft der ebenen Flächen zeigt fich deutlich in dem Voltaifchen Condenfator, deffen Metalldeckel die Electricität an fich hält, fo lange er mit feiner Fläche auf der Marmorplatte ruht, fich aber entladet, wenn er diefe Platte mit feinem Rande berührt.

In einer Voltaifchen Säule, deren beide Enden mit einander in Verbindung gebracht find, mufs daher die Bewegung des galvanifchen Fluidums, welche fie bewirkt, um fo fchneller feyn, je kleiner die Metallplatten find, und um fo langfamer, eine je gröfsere Oberfläche diefe Platten haben. Auf der andern Seite nimmt die abfolute Quantität des

Wirkungen, (Verftärkung des Schlages durch dicke Metallröhren und durch Ifolirung, auch einer ganzen Kette von Menfchen.) *d. H.*

Fluidums, welche sich in einer gegebenen Zeit in der Säule unter übrigens gleichen Umständen bildet, mit der Gröſse der Metallplatten ab. Hat man daher zwei Säulen von gleich viel Lagen, die eine mit *groſsen*, die andere mit *kleinen* Platten, so wird in einerlei Zeit die *erstere* eine gröſsere Maſſe von Flüſſigkeit, welche aber eine geringere Geschwindigkeit besitzt, die *zweite* dagegen eine geringere, aber von einer gröſsern Geschwindigkeit belebte Maſſe galvanischer Flüſſigkeit geben. Wir wollen nun untersuchen, was für einen Einfluſs diese doppelte Verschiedenheit auf die Wirkungen beider Apparate haben muſs.

1. Die *Erschütterungen* hängen weit weniger von der Maſſe der Flüſſigkeit, als von ihrer Geschwindigkeit ab, wie dieses der Versuch mit der Leidener Flasche beweiset. Man verliert daher bei Vergröſserung der Metallplatten durch die verminderte Geschwindigkeit der Flüſſigkeit in dieser Rücksicht mehr, als man durch Vermehrung ihrer Maſſe gewinnt, weshalb die Erschütterungen abnehmen müſſen, indem die Oberfläche der Metallplatten zunimmt. Doch nehmen die Erschütterungen nicht umgekehrt mit Verminderung der Oberfläche bis ins Unendliche zu, weil zugleich mit den Oberflächen auch die absolute Quantität des Fluidums, und damit die Intensität der Erschütterung abnimmt. Deshalb wird eine aus kleinen Platten zusammengesetzte Säule einen, um mich so auszudrücken, durchdringendern, aber weniger heftigen Schlag,

(*coup plus sec, mais moins intense,*) als eine aus grössern Platten zusammengesetzte Säule geben.

Die Resultate dieser theoretischen Schlüsse werden durch die Erfahrung bestätigt. Die 8 grossen Platten des Bürgers Hachette, deren sich Fourcroy bei seinen Versuchen, (*Annalen*, VIII, 370,) bediente, geben bereits eine schwächere Erschütterung, als eine gleiche Anzahl gewöhnlicher Metallplatten von der Grösse eines französischen Thalers. — Eine Säule, zusammengesetzt aus 12 kreisförmigen Platten von Zink und eben so vielen von Kupfer, 0,4 Mètres oder etwas über 14 französische Zolle im Durchmesser, erregt kaum einige Erschütterung in den befeuchteten Fingerspitzen; der Geschmack ist nur schwach, und der galvanische Blitz unmerklich. Eine einzige von diesen Platten hat eben so viel Oberfläche, als 80 gewöhnliche Platten. Der Bürger Roard, ehemaliger Zögling der *Ecole polytechnique* und Professor der Physik an der Centralschule des Departements der Oise, hat mir diesen Apparat besorgt, und an mehrern Versuchen, die ich damit anstellte, Theil genommen.

Eine Säule aus 50 Centimen, (eine kleine Kupfermünze, etwa von der Grösse eines preussischen Groschens,) und 50 Zinkplatten von derselben Grösse, giebt eine heftige Erschütterung, gleich einem durchdringenden Schlage, und starke Blitze, von einem lebhaften Geschmacke begleitet. Diese 50 kleinen Platten haben indess keine grössere Oberfläche, als 8 gewöhnliche Platten, und machen alle

zusammengenommen nicht mehr als den zehnten Theil einer der grofsen oben erwähnten Platten aus. — Entladet man diefe kleine Säule durch grofse Conductoren binnen einigen Sekunden mehrere Mahl, fo ift fie im nachfolgenden Augenblicke ganz unwirkfam; welches hinlänglich beweifet, dafs in diefem Falle die abfolute Quantität des Fluidums fehr geringe, die Gefchwindigkeit deffelben aber fehr grofs ift. Diefer kleine Apparat hat mir noch mehrere merkwürdige Erfcheinungen gezeigt, auf welche ich unten zurückkommen werde, indefs ich hier in der Betrachtung der Modificationen fortfahre, welche die verfchiednen Verhältniffe der Maffe und Gefchwindigkeit des Fluidums in den galvanifchen Erfcheinungen hervorbringen.

2. Da der *galvanifche Gefchmack* und *Blitz* demfelben Gefetze wie die Erfchütterungen folgen, fo müffen auch fie vorzüglich von der Gefchwindigkeit des Fluidums abhängen, wie das auch die vorigen Verfuche zeigen.

3. Nicht fo verhält es fich mit den *Funken* und mit dem *Verbrennen der Metalle*. Diefe Erfcheinungen, in welchen das Fluidum durch feine Maffe und die Stetigkeit feiner Gegenwart wirkt, müffen ganz befonders durch die grofsen Platten begünftigt werden. Diefes beftätigt die Erfahrung auf das befte; der grofse Apparat bewirkt nicht blofs das Verbrennen des Eifens im Sauerftoffgas, fondern er verbrennt es auch auf eine ununterbrochene

Weise in der atmosphärischen Luft. *) — Der kleine aus 50 Centimen zusammengesetzte Apparat bringt einen ziemlich lebhaften und glänzenden Funken hervor, der aber nichts ähnliches erzeugt.

4. Die *Anziehungen* hängen ebenfalls von der Masse des Fluidums ab; sie sind auch in der That viel merklicher mit grossen Platten. Wenn man beim grossen Apparate die beiden Batteriedrähte zur gegenseitigen Berührung bringt, so hängen sie stark an einander, wenn auch ihre Elasticität diesem entgegen wirkt. Ja, die Adhärenz ist so stark, dass man die Drähte erschüttern, selbst kleine Gewichte anhängen kann, ohne dass sie sich von einander trennen. Diese Wirkungen gelingen bei wechselseitiger Berührung der Spitzen der Drähte besser, als auf irgend eine andere Art; auch taugen dazu alle Metalle, vorausgesetzt, dass sie nicht oxydirt sind. Während einer solchen Adhärenz der Enddrähte des Apparats hört jede andere galvanische Erscheinung auf. Auch lassen sich nicht zu gleicher Zeit zwei andere Drähte an einander zum Adhäriren bringen, und wenn man die erstern von einander trennt, so braucht der Apparat, im Falle es dicke Drähte waren, einige Zeit, um jene Eigenschaft wieder zu erlangen. Dieselben Drähte bleiben mehrere Stunden, und wahrscheinlich während der ganzen Zeit der Wirkung der Säule, an

*) Man vergleiche Simon's Versuche, *Annalen*, IX, 393. *d. H.*

einander hängen. — Man kann auch das Anhängen zweier metallischer Platten an einander bewirken, wenn man sie mit ihren Schärfen einander nähert; aber nicht, wenn man ihre Flächen mit einander in Berührung bringt.

Die Metalle, mit welchen ich Versuche angestellt habe, beobachten in Rücksicht auf ihre Tauglichkeit, diese Adhäsion hervorzubringen, folgende Ordnung: *Eisen*, *Zinn*, *Kupfer*, *Silber*, welches die umgekehrte Ordnung ihrer Leitungsfähigkeit ist. — Dieses vollendet den Beweis, dass Spitzen das Vermögen haben, das galvanische Fluidum auszuströmen, und Platten das Vermögen, es zurückzuhalten; denn natürlich muss in diesem Falle die Adhärenz der communicirenden Drähte, wenn man ihre Seiten einander nähert, um so leichter erfolgen, mit je weniger Leichtigkeit das Fluidum aus ihren Spitzen entweicht.

5. Ich hatte mehrmahls Gelegenheit gehabt, zu bemerken, dass in den aus kleinen Platten zusammengesetzten Säulen *die Oxydation* viel geschwinder als mit gewöhnlichen Platten vor sich geht. Dieses liess mich vermuthen, dass die Geschwindigkeit des Fluidums Einfluss auf die Oxydation haben möchte. Um mich davon zu überzeugen, stellte ich folgenden Versuch an.

Ich setzte unter eine cylindrische Glasglocke, auf ein an eine pneumatische Wanne befestigtes Fussgestell, eine aus 39 Zink- und eben so vielen Kupferplatten von der Grösse eines französischen Tha-

lers zusammengesetzte Säule, ohne ihre beiden Enden mit einander in Verbindung zu bringen, und beobachtete, dass das Wasser in dem Apparate um 0,02 Mètres innerhalb $5\frac{1}{4}$ Stunde anstieg.

Ich nahm die nämlichen Platten, nachdem ich sie gereinigt hatte, brachte die nämlichen Stücke Tuch mit neuer Auflösung befeuchtet mit ihnen in Verbindung, errichtete die Säule auf die nämliche Art wie das erste Mahl, und versetzte sie in dieselben Umstände, nur dass ich diesmahl beide Enden mit einander in leitende Verbindung brachte. Das Wasser erhob sich nun um 0,02 Mètres binnen $1\frac{1}{2}$ Stunden. — Auch fernerhin war das Aufsteigen des Wassers bei geschlossner Kette weit beträchtlicher, als bei unterbrochner Communication der Enden. Die Oxydationen folgten demselben Gesetze.

Ich wiederhohlte diesen Versuch mit zwei Säulen, deren jede aus 22 kleinen Zinkplatten und 22 Centimen zusammengesetzt war, brachte beide zugleich unter ähnliche Glocken auf derselben pneumatischen Wanne, und erhielt die nämlichen Resultate wie in dem vorigen Falle. Die Säule mit geschlossner Kette brachte das Wasser in $7\frac{1}{4}$ Stunde zu derselben Höhe, wie die andern in 11 Stunden, und dasselbe Verhältniss beobachteten beide Säulen während der ganzen Dauer des Versuchs. Am Ende von 13 Stunden war das Wasser um 0,045 Mètres in der ersten, und nur um 0,015 Mètres in der andern gestiegen, und als endlich die Absor-

ption

ption aufhörte, betrug sie 0,065 in der ersten, und 0,035 in der zweiten.

Als ich die beiden Säulen aus einander nahm und ihre Platten mit einander verglich, bemerkte ich eine ohne Vergleich stärkere Oxydation in der Säule mit geschlossner Kette. Hieraus folgt, dass die Circulation der Flüssigkeit in dem Apparate die Oxydation der metallischen Platten, so wie das Verschlucken des Sauerstoffs vermehrt.

Es ist hier der schickliche Ort, von einer Erscheinung zu reden, welche der Bürger Friedrich Cuvier und ich in unsern Versuchen über *das Verschlucken des Sauerstoffs durch die galvanische Säule* bereits bemerkt hatten. Wenn man die Säule auf folgende Art errichtet: Zink, Wasser, Kupfer, Zink, Wasser, Kupfer u. s. f., und sie unter eine Glocke setzt, um die Erneuerung der atmosphärischen Luft zu verhindern, so wirkt sie gleichsam auf sich selbst zurück, und man sieht auf eine constante Weise den Zink auf das Kupfer, das Kupfer auf den Zink, und sofort von unten nach oben in der ganzen Länge der Säule sich versetzen. Das Umgekehrte findet statt, wenn man die Säule auf eine umgekehrte Art erbauet. Der Zink ist genöthigt, um sich auf das Kupfer abzusetzen, durch das feuchte Stück Tuch, das beide von einander trennt, hindurchzugehn. In Säulen, deren Kette nicht geschlossen ist, hat dieser Durchgang nicht statt; die Oberfläche des Kupfers ist glatt, und die ihm entgegengesetzte Oberfläche des Zinks mit kleinen

schwarzen Fäden, nach der Richtung der Fäden des Tuchs bedeckt. Wenn die Schliessung einige Zeit lang statt gefunden hat, so fangen einige Partikelchen des Oxyds an überzugehen, und setzen sich auf das Kupfer ab, und ist die Wirkung der Säule stark, so wird die Oberfläche des Kupfers zuletzt ganz davon bedeckt. Alsdann hört die Wirkung auf, und dieser Uebergang trägt durch die Erneuerung der Oberfläche des Zinks dazu bei, die Wirkung des Apparats zu verlängern. Bisweilen stellt sich das Zinkoxyd, nachdem es durch das Stück Tuch durchgedrungen ist, auf dem Kupfer wieder in metallischer Gestalt her. — Das Versetzen des Kupfers auf den Zink geschieht immer auf den Flächen, mit welchen sie sich unmittelbar berühren. Alsdann behält das Kupfer, wenn es dem Zink adhärirt, allezeit seine metallische Gestalt; bisweilen bildet sich Messing. Nie habe ich diese Reductionen in Säulen, deren Kette nicht geschlossen war, bewirkt. Wenn sie gelingen sollen, müssen die Tuchplatten nicht zu dick, auch nicht von einem zu dichten Gewebe seyn.

Diese Erscheinungen scheinen zu beweisen, dass, wenn die Säule auf folgende Art aufgebauet ist: Zink, Wasser, Kupfer; Zink, Wasser, Kupfer etc., der Strom des Fluidums in der Säule von unten nach oben geht; dagegen von oben nach unten, bei folgendem Baue: Kupfer, Wasser, Zink; Kupfer, Wasser, Zink u.s.w. Und dieses stimmt mit Volta's Versuchen überein.

Dieses betraf die Bewegung des Fluidums im Innern des Apparats. *Wie diese Bewegung modificirt wird, wenn das Wasser ihr zum Leiter dient,* ist der Gegenstand der folgenden Versuche.

In Fig. 1, Taf. II, stellen *A*, *B*, *A'* drei mit destillirtem Wasser gefüllte Gläser, und *S*, *S'* heberförmige Glasröhren vor, welche das Wasser dieser Gläser in leitende Verbindung setzen. Man vergewissert sich, dass diese Heber voll sind, dadurch, dass, wenn man Wasser in eins der Gläser giesst, es in den beiden andern steigt. *PN* ist eine Säule auf folgende Art aufgebauet: Zink, Wasser, Kupfer u. s. w.; *P* ihr positives, *N* ihr negatives Ende, und *F*, *F* sind Eisendrähte, welche sie mit den Wassergläsern *A*, *A'* in leitende Verbindung setzen. An ihren Enden sind diese Drähte mit Kupferplatten versehen, die 0,14 Mètres oder 6 Zoll im Durchmesser haben. Ich bediente mich bei diesem Versuche zuerst einer Säule von 68 gewöhnlichen Zink- und Kupferplatten, deren Tuchscheiben mit einer starken Auflösung von Alaun durchdrungen waren. Die Entfernung der Platten in *A*, *A'* betrug ein Mètre, (3 Fuss 11 Linien.)

Man erhielt die Erschütterung, 1. wenn man die eine Hand an *N* brachte, und die andere Hand in *A* tauchte; 2. wenn man die eine Hand auf *P* aufsetzte, und die andere Hand in *A'* eintauchte, die andere Platte mochte im ersten Falle in das Gefäss *A'*, im zweiten in *A* eingetaucht seyn oder nicht.

Man verſpürte keine Wirkung, 1. wenn man die Platte A' in die eine Hand nahm, und die andere Hand in das Gefäſs A' oder in das Gefäſs B tauchte, während die andere Platte in das Gefäſs A eingetaucht war; 2. wenn man die Platte A in die eine Hand nahm und die andere Hand in das Gefäſs A oder in das Gefäſs B tauchte, während die andere Platte in das Gefäſs A' eingetaucht war.

Man verſpürte Erſchütterung, Geſchmack und Blitz, 1. wenn man die eine Hand an N brachte und die Zunge in das Waſſer des Gefäſses A tauchte, die andere Platte mochte in das Gefäſs A' eingetaucht ſeyn oder nicht; 2. wenn man die eine Hand auf P auffetzte und die Zunge in das Waſſer des Gefäſses A' tauchte, die andere Platte mochte in A eingetaucht ſeyn oder nicht.

Man verſpürte keine Wirkung, 1. wenn man eine Hand mit N oder P in Berührung brachte und die Zunge in das Waſſer des Gefäſses B eintauchte, die beiden Platten mochten in die Gefäſse A und A' zu gleicher Zeit eingetaucht ſeyn oder nicht; 2. wenn man eine Hand an N brachte und durch Saugen das Waſſer des Gefäſses A in den Mund brachte, die andere Platte mochte in das Gefäſs A' eingetaucht ſeyn oder nicht; 3. wenn man eine Hand auf P aufſetzte und auf dieſelbe Art das Waſſer des Gefäſses A' erhob, die andere Platte mochte in A eingetaucht ſeyn oder nicht.

Diese Erscheinungen sind ganz dieselben, wie wenn man zwischen die Leiter *A* und *A'* einen isolirenden Körper gebracht hätte.

Der Apparat blieb 24 Stunden lang aufgerichtet und gab beständig die nämlichen Erscheinungen. Es entwickelten sich weder von der einen noch von der andern Platte Luftbläschen, und beide zeigten auch nicht die geringste Spur von Oxydation. Beim Auseinandernehmen, wo die Säule noch Erschütterungen gab, hatten die Platten dasselbe Ansehen wie in einer Säule mit geschlossner Kette, die Zinkscheiben waren mit schwarzen Fäden bedeckt, welche nicht durch die Tuchplatten hindurch gekonnt hatten, um sich auf das Kupfer abzusetzen, ungeachtet die Tuchstücke ganz dazu geschickt waren, da sie den Durchgang schon in andern Versuchen mehrmahls verstattet hatten und vor diesem Versuche gehörig gewaschen worden waren. — Folglich muſste das zwischen den Batteriedrähten befindliche Wasser der Bewegung des galvanischen Fluidums widerstehn, und wenn dieser Widerstand zu groſs ist, als daſs ihn das Fluidum überwinden kann, so wird die Wirkung nicht übergetragen, und die Kette ist in der That nicht geschlossen.

Ich wiederhohlte diesen Versuch, indem ich die Platten in *A* und *A'* nicht weiter als um 0,6 Mètres von einander entfernte und die Tuchplatten mit einer starken Auflösung von Kochsalz befeuchtete. Die Erschütterungen und die Blitze, welche sich in groſser Energie zeigten, hörten hier gleichfalls auf.

als ich die Gläser durch die Wasserröhren in leitende Verbindung brachte. Wenn ich aber das Wasser durch Saugen in eine Glasröhre aufsteigen machte, und die Spitze der Zunge einige Zeit lang mit der kleinen Wassersäule, welche sich darin befand, in Berührung erhielt, so empfand ich den galvanischen Geschmack sehr merklich, und zwar bei einer kürzern Röhre stechender; doch verursachte er weder Blitze noch die geringste Erschütterung. Wenn man die Platte *A'* in die Hand nahm, und nach der Reihe die Glasröhre in die Gefäße *A*, *B*, *A'* brachte, so empfand man in dem ersten einen sehr merklichen, in dem zweiten einen nur sehr geringen, und in dem dritten keinen oder beinahe gar keinen Geschmack. Diese Resultate beweisen, *daſs das Waſſer in ſich ſelbſt ein unvollkommner Leiter des galvaniſchen Fluidums iſt.*

Was ich hier gesagt habe, bewirkt *keinen Unterſchied zwiſchen der Electricität und dem Galvanismus*; vielmehr lieſse sich daraus eine neue Analogie zwischen beiden ableiten. Zwar würde, (wie ich mich selbst durch Versuche davon überzeugt habe,) unter denselben Umständen eine von der Leidener Flasche erzeugte Erschütterung durch das Wasser, obschon mit verminderter Intensität, fortgeleitet worden seyn; allein bei der unvermeidlichen Dicke des Glases wird die Anhäufung einer ziemlich grosen Quantität electrischer Flüssigkeit erfordert, ehe eine Entladung erfolgen kann. Wäre nun der Galvanismus, wie es immer wahrschein-

licher wird, die Wirkung einer sehr schwachen, mit einer sehr grossen Geschwindigkeit begabten Electricität, so würde in dem Obigen kein Widerspruch liegen, da für sie das Wasser ein sehr unvollkommner Leiter seyn müsste.

Es verdient besonders bemerkt zu werden, dass in diesen Versuchen das galvanische Fluidum sich durch die Masse des Wassers selbst fortzupflanzen gezwungen war. Anders hätte sich die Sache verhalten, wenn man durch Hülfe eines offnen Gefässes die Communication bewirkt hätte. Das galvanische Fluidum, welches dann die Freiheit gehabt hätte, an der *Oberfläche* des Wassers hinzugleiten, würde sich auf eine viel grössere Entfernung fortgepflanzt haben. Ich habe den Beweis davon auf eine sehr einfache Art in einem Versuche erhalten, wo ich die Communication mittelst einer einen Mètre langen und mit Wasser gefüllten Wanne gemacht hatte, in welche sich die Batteriedrähte mit Platten von Kupfer, 0,14 Mètres, (6 Zoll,) im Durchmesser, in einer Entfernung von 0,6 Mètres von einander endigten. Wenn man eine dieser Platten mit der Hand hielt und das Wasser der Wanne mit der andern Hand oder mit der Zunge berührte, so verspürte man im Augenblicke die Erschütterung, den Geschmack und das Licht; wenn man aber das Wasser durch Saugen in eine Glasröhre in die Höhe zog, so verspürte man im Augenblicke, da das Wasser die Zunge berührte, keine Wirkung. Vielleicht würde man bei fortdauern-

der Berührung am Ende den Geschmack empfunden haben, was ich aber damahls nicht versuchte.

Bei Wiederhohlung dieses Versuchs überzeugte ich mich, dass die Wirkungen einer sehr starken Säule, welche auf der Oberfläche des Wassers weiter als in der Entfernung eines halben Mètre, ohne etwas von ihrer Energie verloren zu haben, empfunden wurden, sich auf einen blossen Geschmack reducirten, wenn man sie durch eine kleine Wassersäule von 2 oder 3 Centimètres fortleitete, welche möglichst nahe an dem in das Wasser eingetauchten Batteriedrahte in die Höhe gesogen war.

Diese Eigenschaft des galvanischen Fluidums, *mit Leichtigkeit auf der Oberfläche des Wassers hinzugleiten*, giebt ihm eine neue Analogie mit der Electricität. — Man kann daraus die Schwierigkeit erklären, mit welcher, den Versuchen des Bürgers Hallé in der *Ecole de médecine* zufolge, das galvanische Fluidum sich auf metallischen Leitern fortbewegte; eine Schwierigkeit, welche zu verschwinden scheint, wenn man den Gang desselben beschleunigt, indem man es, so zu sagen, mit den befeuchteten Fingern fortleitet. Das galvanische Fluidum gleitet mit großer Geschwindigkeit auf der feuchten Spur hin, welche die Finger auf den Conductoren gelassen haben, statt dass es sonst durch eine Menge Umstände hätte aufgehalten, oder wenigstens in seiner Bewegung verlangsamt werden können, wie z. B. durch den Uebergang von einem Conductor zum andern, durch abge-

rundete Flächen, oder durch die Oxydation einiger Stellen auf seinem Wege; Hindernisse, welche einer grösern Masse von Flüssigkeit nicht widerstehen, und welche z. B. den gewöhnlichen Quantitäten Electricität, welche wir erregen können, weichen würden.

Diese Thatsache, welche als eine sehr wichtige Verschiedenheit zwischen dem Galvanismus und der Electricität hätte betrachtet werden können, vermehrt durch die Zurückbringung auf eine solche Ursache ihre Analogien.

Die Eigenschaft, welche das galvanische Fluidum hat, mit groser Schnelligkeit auf der freien Oberfläche des Wassers hinzugleiten, erklärt auch noch die Vermehrung der galvanischen Wirkung, welche befeuchtete Conductoren hervorbringen, wenn man sie mit Gewalt drückt, um ihre Berührung mit einer grösern Menge von Punkten zu bewirken. Das Fluidum, welches sich frei auf der feuchten Oberfläche, welche ihm die Conductoren darbieten, ausbreiten kann, strömt in groser Menge und mit groser Geschwindigkeit über; diese Einrichtung muss also nothwendig die Wirkungen seiner Action auf uns vermehren, und zwar um so mehr, je grösser die Oberfläche der Conductoren ist.

Was ich in dieser Abhandlung zu beweisen gesucht habe, ist:

1. Dass die Gesetze der Bewegung des galvanischen Fluidums aus der Repulsivkraft seiner Theil-

chen entſpringen, und daſs aus dieſem Geſichtspunkte jene Geſetze die nämlichen wie die der Electricität ſind.

2. Daſs die Verſchiedenheit der Erſcheinungen in den mannigfaltigen Apparaten zur Haupturſache die verſchiednen Verhältniſſe haben, in welchen Quantität oder Maſſe des Fluidums und Geſchwindigkeit deſſelben ſich darin combinirt finden.

3. Daſs dieſes Fluidum, welches ſich mit Schwierigkeit durch das Waſſer hindurch bewegt, mit einer groſsen Leichtigkeit über die Oberfläche dieſer Flüſſigkeit hingleitet.

Ich bemerke noch ſchlieſslich, daſs die chemiſchen Erſcheinungen, welche vom Galvanismus abhängen, nicht als weſentlich denſelben von der Electricität unterſcheidend betrachtet werden können, weil ſich das galvaniſche Fluidum in unſern Apparaten nie anders als mit einer groſsen Geſchwindigkeit und einer geringen Maſſe zeigt, während die Electricität, wenn wir ſie durch unſre Batterien in Bewegung ſetzen, zugleich in groſser Maſſe und in groſser Geſchwindigkeit erſcheint. Da nun im Galvanismus ſelbſt die verſchiednen Verhältniſſe der Geſchwindigkeit und Maſſe zu ſo auffallenden Verſchiedenheiten Veranlaſſung geben; wie viel gröſser muſs nicht die Verſchiedenheit ſeyn, welche zwiſchen der durch unſre Maſchinen hervorgebrachten Electricität und der ſehr ſchwachen, mit einer ſehr groſsen Geſchwindigkeit begabten Electricität der galvaniſchen Apparate obwaltet!

III.

Ueber die chemische und electrische Wirkungsweite des Galvanismus in der Voltaischen Säule,

von

GOTTFRIED HUTH,
Prof. der Math. und Phys. zu Frankf. an d. Oder.

Vorrichtung: Es wurde eine Säule von 100 Schichten gebauet; jede bestand aus einem neuen preussischen Viergroschenstücke, einer Zinkplatte und einer mit schwachem Salzwasser getränkten Tuchscheibe. — Zugleich versah ich zwei 21″ lange und 1″ weite Glasröhren mit Korkstöpseln, füllte sie mit reinem Brunnenwasser, und steckte durch die Stöpsel glatte Messingdrähte, so dass sie 2 Zoll weit in das Wasser der Röhre hineinreichten. Auf dieselbe Art wurden noch 9 Glasröhren vorgerichtet, deren jede 44″ lang und ½″ weit war.

Versuch 1. Die beiden 21 Zoll langen Röhren wurden horizontal auf einen Tisch gelegt und mit den Ketten der Säule verbunden, die eine mit der des Zinkendes, die andere mit der des Silberendes. Ihre zweiten Drähte wurden durch einen messingenen Zwischenhaken in leitende Verbindung gesetzt.

Sogleich nach der Verbindung erfolgte lebhafte Gaserzeugung in beiden Röhren, und zwar in der des Silberendes an dem Drahte, der unmittelbar

an der Kette des Silberendes hing, und in der des Zinkendes an dem Drahte, der mit der Röhre des Silberendes communicirte. Eben sogleich auch wurden die beiden andern Drähte, (der, welcher in der zinkendigen Röhre an der Kette der Zinkseite hing, und der, welcher an der silberendigen Röhre mit dem gasentwickelnden Drahte der Röhre des Zinkendes communicirte,) an den Spitzen, und sehr bald in ihrer ganzen Länge, so weit sie sich in dem Wasser befanden, schwarz. — In jeder der Röhren waren die Spitzen der eingesteckten Drähte 16 Zoll weit von einander entfernt.

Versuch 2. Die beiden vorigen 21zölligen Röhren blieben an den Ketten der Säule hängen, wurden aber mit den andern Enden von einander losgehakt, und an die Drähte einer zwischengelegten 44zölligen Röhre eingehakt. — Sogleich nach der Verbindung dieser drei Röhren erfolgte Gaserzeugung und Oxydirung in jeder Röhre, doch mit minderer Lebhaftigkeit.

Versuch 3. Es wurden noch zwei, zusammen also drei, 44zöllige Röhren zwischen die 22zölligen Endröhren gelegt und zusammengehakt. — Sogleich nach Schliessung dieser so zubereiteten Kette, erfolgte in den neuen Zwischenröhren eine schwache Oxydirung, die aber bald nach und nach stärker wurde. Auch sah man an der zunehmenden Schwärze, der bei den vorigen Versuchen schon oxydirten Drähte, in den dabei

schon angewandten Röhren, die an ihnen wirksame Oxydirung, so wie dann auch in der Stelle aller oxydirten Drähte das Kalkwölkchen sichtbar zunahm. Aber die bei den vorigen Versuchen sichtbar strömende Gaserzeugung war nicht wahrzunehmen; indessen erschienen an den Drähten, wo sie erfolgen sollte, Gruppen kleiner Bläschen, und die Drähte behielten ihren Glanz.

Versuch 4. Es wurden nun noch sechs 44zöllige Zwischenröhren gehörig eingebakt, so dass jetzt die galvanische Verbindungskette aus zwei 21zölligen Endröhren und neun 44zölligen Zwischenröhren bestand. — Gleich nach Schliessung der Kette war in keiner der Röhren eine galvanische Wirkung zu bemerken. Aber nach Verlauf einer halben Stunde zeigte sich an den einen Drähten der neuen Zwischenröhren der Anfang von Oxydirung, die dann sichtbar nach und nach zunahm. Diese Oxydirung war in den den Enden näher liegenden Röhren stärker, als in den mittlern. In der mittelsten ward nur die Spitze des Drahts erst nach einigen Stunden sichtbar schwarz und nur ein kleines Kalkwölkchen in dem angrenzenden Wasser bemerkbar.

Es erhellet aus diesen Versuchen:

1. Dass, je näher am Ende der Voltaischen Säule die Gaserzeugung und Oxydirung im Wasser vor sich gehn, sie desto lebhafter erfolgen.

2. Dass in den mittelsten Röhren einer aus mehrern mit Wasser gefüllten Röhren bestehenden Ver-

bindungskette, ſowohl die Gaserzeugung als die Oxydirung am ſchwächſten iſt.

3. Daſs in einer langen, aus mehrern, mit Waſſer gefüllten Röhren beſtehenden Verbindungskette, in den mittlern Röhren zwar Oxydirung, aber keine Gaserzeugung bemerkbar wird.

4. Daſs ſich die chemiſche Wirkung einer hundertſchichtigen Silber - Zink - und Salzwaſſer - Säule durch zwei 16 Zoll lange und neun 39 Zoll lange unterbrochene, aber mittelſt Meſſingdrahts mit einander verbundene Waſſerſäulen erſtreckt. Rechne ich die Längen der Ketten der Säule, der Drähte in den Röhren und der Zwiſchenhaken hinzu, ſo iſt bei dem vierten Verſuche die ganze Länge der aus Waſſer und Meſſingdraht abwechſelnd zuſammengeſetzten Verbindungskette an 460 Zoll, (Pariſer,) lang geweſen, und es wirkte in ihr jedes Ende der Säule auf eine Länge von 430 Zollen.

Verſuch 5. Es wurde die Verbindungskette des vierten Verſuchs auf mancherlei Weiſe durch Wegnehmung der Zwiſchenhaken getrennt, und an die Enden der Trennung ein ſehr empfindliches *Goldblättchen - Electrometer,* deſſen Goldblättchen 1 Zoll lang und $\frac{1}{8}$ Zoll breit ſind, angehalten.

Die Goldblättchen wurden aller Orten von einander abgeſtoſsen; auf gröſsere Weiten, wenn das Ende der getrennten Kette, der Säule näher war; auf geringere Weiten, im Gegentheile. In der Mitte der aus neun 44zölligen und zwei 21zölligen Röh-

ren bestehenden Kette, an den Enden der fünften längern Röhre, wurden die Goldblättchen noch zwischen $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$ Zoll von einander abgestoſsen.

Ueberhaupt habe ich bei allen meinen Versuchen wahrgenommen, daſs, je stärker und lebhafter die chemischen Wirkungen der Säule waren, desto weiter auch die Goldblättchen in dem Electrometer von einander abgestoſsen wurden, und ich bediene mich des Electrometers als eines sichern Galvanismometers. *) Sobald mir bei nachlassender Wirkung der Säule das Electrometer wieder mehr Stärke anzeigt, finde ich auch sogleich die Zuckungen, die Gaserzeugung und die Oxydirung stärker. Aber ich habe durch Erfahrung gelernt, daſs, wenn das Electrometer mich nicht betrügen soll, nothwendig ist, daſs die Ketten der Säule bei allen Versuchen immer recht straff angespannt gehalten werden. Auch müssen die Gelenke der Ketten da, wo sie sich berühren, recht glatt, und nicht oxydirt seyn. Weil man auf diese kleinen Erfordernisse nicht immer genau gesehen hat, so mag es daher gekommen seyn, daſs einige Experimentatoren bemerkt haben wollen, daſs nicht immer die chemischen Wirkungen der Säule mit den electrischen correspondirend gewesen sind.

*) Galvanismometer sollte man sagen, und nicht Galvanometer, da dieses Werkzeug ja nicht die Stärke der Galvanis, sondern des Galvanismus, anzeigen soll. *H.*

Versuch 6. Die Drahtkette einer achtzigschichtigen Silber- Zink- und Salzwasser-Säule wurden von jedem Ende her 16, (Pariser,) Fuſs lang gemacht, und eine mit Wasser gefüllte zugestöpselte Röhre, in der die Spitzen der eingesteckten Messingdrähte 2 Zoll von einander standen, zwischengehakt. — In dem Augenblicke des Einhakens erfolgte in dem Wasser der Röhre sehr lebhaft strömende Gaserzeugung und Oxydirung. — Auch als statt jener kurzen, eine längere Glasröhre, in der die Spitzen der Drähte 18 Zoll weit von einander entfernt waren, eingehakt wurde, erfolgte im Augenblicke des Einhakens das Nämliche.

Versuch 7. a. Jede der Ketten der Säule wurde 24 Fuſs lang gemacht, und die Röhren mit 18 Zoll Abstand der Drähte eingehakt. — Sogleich Oxydirung, aber keine Gaserzeugung; nach 2 Minuten an der Spitze des Drahts Gaserzeugung in viel Blasen langsam strömend.

b. Statt der Röhre mit 18 Zoll Abstand der Drähte wurden 2 Röhren, jede mit 40 Zoll Abstand der Drähte, zwischengehakt. — Im Anfange erfolgte keine Veränderung; aber nach 2 Minuten Oxydirung, nach 5 Minuten auch mäſsige Gaserzeugung.

c. Hierauf wurde zwischen jene beiden langen Röhren noch die vorige kürzere eingehakt. — Es erfolgte 3 Minuten nach Schlieſsung der Kette langsames feines Luftblasen-Strömen in der mittelsten kürzern Röhre, in den längern Röhren nichts: aber nach 10 Minuten wurden die gaserzeugenden Dräh-

te

te auch in diesen mit feinen Bläschen überzogen. Oxydirung wurde in allen drei Röhren bemerkt.

Nachdem die Säule schon 20 Stunden lang aufgebauet und wirksam gestanden hatte, wurden die Goldblättchen des Electrometers an dem Ende jeder der beiden 24 Fuss langen Säulenketten noch $\frac{1}{2}$ Linie abgestossen. — Die jetzt eingehakte Röhre mit 2 Zoll Abstand der Drahtspitzen zeigte lebhafte Gaserzeugung und Oxydirung, sogleich nach dem Einhaken.

Es erhellet aus diesen Versuchen: dass die chemischen und electrischen Wirkungen der Voltaischen Säule von 80 Schichten, von jedem Ende aus sich durch mehr als 24 Fuss langen Messingdraht erstrecken.

Frankfurt im September 1801.

IV.

RESULTATE

aus meinen Versuchen mit der zusammengesetzten ungleichartigen Metallverbindung, oder mit der Voltaischen Säule,

von

JOH. ANTON HEIDMANN
Med. Doctor in Wien.

A. *Resultate in physischer Hinsicht überhaupt.*

1. *Dass die Wirksamkeit einer Säule, welche aus schicklichen ungleichartigen Metallen und abwechselnden Wasserschichten zusammengesetzt ist, in Verhältniss steht mit der Berührung der dazu angewandten Metallplatten unter einander.* — Um dieses genau zu bestimmen, nahm ich 40 runde Kupferplatten, und eben so viele, gleich grosse Platten aus einer Mischung von Zink und Zinn, 3 Zoll im Durchmesser; ich setzte dann meine Säule mit Leinwandlappen, die in Salzwasser angefeuchtet wurden, wie gewöhnlich zusammen, und bestimmte ihre Wirksamkeit nach der Stärke des Erschütterungsschlages, der Funken, des Anziehens u. s. w. Um die Berührung so viel möglich vollkommen zu machen, hatte ich eben so viel gleich grosse Kupferplatten, jede mit einer Platte von jener Zusam-

menſetzung aus Zink und Zinn, durchs Verzinnen mit einander verbinden laſſen, ſo daſs nun ſtets eine Kupfer- und Zinkplatte nur eine einzige ausmachten. Aus dieſen ſchichtete ich nun eine Säule, wie oben, auf, und fand ihre Wirkſamkeit um mehr als um die Hälfte vermehrt. Ich wählte zu den Zinkplatten eine Miſchung aus gleichen Theilen Zink und Zinn, weil ſie dadurch an Wirkſamkeit nichts verlieren, aber leichter zu behandeln und viel eher zu reinigen ſind.

2. *Daſs die Wirkung eines ſolchen Apparats gleich ſey* (im Verhältniſſe ſtehe mit?) *der Waſſerzerſetzung in den angefeuchteten Papier-, Leinwand- oder Tuchlappen, und mit der Oxydation der Metalle an ihrer Oberfläche zwiſchen zwei ſolchen vereinigten und aufgeſchichteten Metallplatten.* — Die Oxydation läſst ſich ſchon nach ¼ Stunde an beiden Oberflächen der Metallplatte wahrnehmen; und daſs eine Zerſetzung des Waſſers vorgeht, beweiſt das Entſtehen der Luft- und Waſſerblaſen, welche bei einer ſtarken Wirkſamkeit der Säule zwiſchen den Metallplatten deutlich hervortreten, und ſich nicht ſelten, wenn die Säule lange ſteht, als Schaum anhäufen. Ich wählte, um dieſen chemiſchen Veränderungen freiern Raum zu laſſen, Platten von 3 Zoll Länge und Breite, das iſt, von 9 Quadratzoll Flächeninhalt. Aus der Kenntniſs des ganzen Flächeninhalts der Säule wird ſich vielleicht einmahl ihre Stärke oder Wirkſamkeit beſtimmen laſſen.

3. *Daſs die Dauer der Wirkung und der Erzeugung einer electriſchen Flüſſigkeit, gleich ſey der Dauer der Zerſetzung des Waſſers und der Oxydation der Metalle in jeder Schicht, und daſs daher auch hier die Electricität als bloſses Produkt dieſer chemiſchen Veränderungen anzuſehen ſey.* — Denn es hört alle Wirkung auf, ſo wie die Oberflächen der Metallplatten gänzlich oxydirt, oder die angefeuchteten Tuchlappen trocken werden. Den Einfluſs der atmoſphäriſchen Luft und aller übrigen Gasarten auf die Wirkſamkeit einer ſolchen Säule werde ich auf eine ähnliche Art, wie bei Bewegung einer Electriſirmaſchine im verſchloſsnen Raume, (ſiehe meine *Theorie der Electricität*, B. II, §. 589,) in der Folge genau zu beſtimmen ſuchen. (*Annalen*, VIII, 1 f.)

4. *Daſs die Geſtalt der Metallplatten auf die Stärke und Dauer der Wirkſamkeit eines ſolchen Apparats nicht den geringſten Einfluſs habe.* Ich lieſs mir anfangs runde, dann aber viereckige Platten verfertigen, weil dieſe letztern ihrer Geſtalt wegen leichter aufgeſchichtet werden können.

5. *Daſs die Salzauflöſungen zur Beſeuchtung der Leinwand-, Papier- oder Tuchlappen deshalb vor dem bloſsen Waſſer den Vorzug verdienen, weil ſie die Zerſetzung des Waſſers und die Oxydation der Metalloberflächen durch ihre vermehrte Anziehungs- oder Leitungskraft begünſtigen, und dadurch die ganze Wirkſamkeit der Säule erhöhen.* — Die Auflöſungen metalliſcher Salze ſind daher am wirkſam-

ften; allein die Wirkung läfst in diefem Falle auch viel früher nach. Uebrigens fcheint auch die Zerfetzung der angewandten Salze dabei einigen Einflufs zu haben, welches fich aus dem Ammoniakgeruche bei Anwendung des Salmiaks erkennen läfst, und aus der halb-kauftifchen Sode, die fich bei Anwendung des Kochfalzes zwifchen den Metallplatten heraus kryftallifirte, nachdem ich meinen Apparat von 200 folchen Platten 14 Tage hindurch, bis zum gänzlichen Aufhören aller Wirkung, hatte ftehen laffen, und dann diefes Salz und die Oxyde beider Metalloberflächen unterfuchte.

6. *Dafs die durch einen folchen Apparat erzeugte electrifche Flüffigkeit von ähnlicher Natur ift, als die durch andere künftliche Mafchinen hervorgebrachte Electricität; blofs ein höherer Grad von Zerfetzbarkeit und eine trägere Anziehungskraft find ihr ausfchlufsweife eigen.* Um diefes aus der Aehnlichkeit der Wirkungen zu beftimmen, war ich bemüht, dadurch Waffer zu zerfetzen; entzündliche Körper, als: Phosphor, Schwefel, Schiefspulver u. f. w., zu entzünden; das Anziehen leichter Körper zu beobachten; Metalle zu verbrennen, als: Gold-, Silber-, Zinn-, Kupferblättchen und Drähte; den Condenfator und Leidener Flafchen zu laden, u. f. w.

7. *Dafs ich auch hier keinen Unterfchied von pofitiver und negativer Electricität an der Kupfer- und Zinkfeite wahrzunehmen im Stande war.* (?) Alle Unterfchiede in Rückficht der Wirkungen und Erfcheinungen auf der Kupfer- und Zinkfeite laffen

ſich darauf zurückführen, daſs die Kupferſeite, wegen ihrer gröſsern Anziehungs- oder Leitungskraft zur electriſchen Flüſſigkeit, eine gröſsere Menge von der hier erzeugten Electricität aufnimmt, welches ſich aus dem ſtärkern Anziehen, einem heftigern Schlage und aus vielen andern Erſcheinungen auf dieſer Seite deutlich wahrnehmen läſst.

8. *Daſs dadurch die Lehre von der Natur oder den Beſtandtheilen des Waſſers nach dem heutigen Syſteme der Naturforſcher, welche es aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff beſtehen laſſen, eine neue Beſtätigung erhält.* Ich erfand hierzu eine Vorrichtung, wodurch ſich die erhaltnen Produkte auf eine ſichere Art auffangen und dann unterſuchen laſſen. — Golddrähte werden bloſs ihrer ſchwerern Oxydirbarkeit wegen von der gewöhnlichen Wirkſamkeit einer ſolchen Säule auf der Zinkſeite nicht oxydirt, und geben hier den zweiten Beſtandtheil des Waſſers als Sauerſtoff. Als ich bei einer Säule aus 300 Platten auf der Zinkſeite, ſtatt eines Golddrahts, ein dünnes rundes, mit reinen feinen Goldblättchen überzogenes Stück Holz anwandte, entwickelten ſich auf dieſer Seite nur ſehr wenig Luftblaſen, und nach einer Stunde war das Goldblättchen ſchon gänzlich oxydirt, und dieſes Goldoxyd tief in das Holz eingedrungen. Die Menge des auf dieſer Seite ſich entwickelnden Gas war ſehr geringe; ich hatte damahls keine Gelegenheit, es genau zu unterſuchen.

B. *Resultate in physiologischer Hinsicht.*

1. Dafs *alle muskulösen Theile* des thierischen Körpers, sie mögen dem Einflusse des Willens unterworfen seyn oder nicht, von der durch eine ungleichartige Metallverbindung erzeugten electrischen Flüssigkeit auf eine *gleiche* Art afficirt werden.

2. Dafs die *Reizbarkeit der Muskelfasern* keinesweges, wie man bisher glaubte, an den innern *Theilen*, am Herzen, Magen, an den Gedärmen u. s. w., länger, als an den äufsern Theilen anhalte, sondern dafs sie *überall zu gleicher Zeit erlischt*, wenn die Ursache des Todes, bei zuvor gesundem Zustande der Thiere, aus äufsern Gewaltthätigkeiten, z. B. durchs Verbluten, Ersäufen, Erdrosseln u. s. w., entstanden ist.

3. Dafs aber in allen Fällen, wo innerliche Ursachen, (als Krankheiten,) und wo organische Veränderungen durch chemische Einwirkungen, (als durch Erstickungen in mephitischen Gasarten, durch narkotische Vergiftungen u. s. w., welche Ursachen die organische Mischung oder die Lebenskräfte gleichsam unmittelbar angreifen,) den Tod herbeiführten, die Reizbarkeit an den *äufsern* Theilen stets *länger* als an den innern wahrzunehmen war.

4. Dafs in allen Fällen, wo durch die Wirkung eines solchen Apparats die Reizbarkeit der Muskelfasern nicht mehr in Thätigkeit gesetzt werden kann, auch *alle übrigen Reitze*, von welcher Art sie im-

mer feyn mögen, und felbft der verftärkte electrifche Funke, fich *ganz unwirkfam* beweifen.

5. Dafs fich, auf diefe vier vorhergehenden Erfahrungen bei Thieren geftützt, aus der Anwendung des verftärkten Galvanismus an erft verblichenen Menfchen die leichtefte und zuverläffigfte *Beftimmung des wahren Todes* und die *Unterfcheidung desfelben vom Scheintode* erwarten läfst; ein Prüfungsmittel, das fich auch fchon nach Verfuchen, die hier im allgemeinen Krankenhaufe angeftellt wurden, vollkommen beftätigte.

V.

THEORIE
der Aeols-Harfe,

von

MATTHEW YOUNG
in Dublin. *)

Dieses liebliche und ergötzende Instrument, welches mehrere für ein ganz Neues ausgegeben haben, ist eine Erfindung Kircher's, welcher es weitläufig in seiner *Phonurgia* beschreibt, auch schon eine Theorie desselben versuchte. **) Es ist so allgemein bekannt, dass es überflüssig seyn würde,

*) Ausgezogen aus dem Hauptwerke der Engländer über die Musik: *An Enquiry into the principal Phenomena of Sound and musical Strings, by Matth. Young, B. D. Trinity-College, Dublin, Lond.* 1784, 203 S., 8., welches jedoch für uns durch Herrn Dr. Chladni's lange erwartete *Akustik* wohl entbehrlich werden dürfte. d. H.

**) *Athanasii Kircheri, e Soc. Jesu, Neue Hall- und Tonkunst, in unsre teutsche Muttersprache übersetzt von Agatho Carione, Nördlingen* 1684, fol.; ein mit Kupferstichen wohl verziertes Werk, welches sich Freunden einer spasshaften Lectüre empfehlen läſst. Im zehnten Kapitel: *Von verschiedenen Kunst-Wunderwerken und der natürlichen Stimm- und Tonzauberey*, handelt das dritte Kunstwerk, S. 105, von der Verfertigung eines Instruments, „das allein durch Trieb des Windes, so lang er

hier erst die Construction und den Gebrauch desselben zu beschreiben.

wehet, einen beständigen und zusammenstimmenden Ton von sich giebt;" unsrer *Aeols-Harfe*, die indess bei Kircher diesen Namen noch nicht führt. Folgendes sind seine Worte:

„Wie nun dieses Instrument eine neue Erfindung, (so meines Erachtens von Niemand in Acht genommen, oder selbiger nachgeforscht worden:) also ist es ganz leicht und lieblich, und wird zum öftern in meinem Museo mit höchster Verwunderung von vielen gehört. So lange das Fenster zugemacht bleibt, ist das Instrument still, so bald man es aber aufthut, hört man einen lieblichen Ton und Klang, der alle, die es hören und nicht die eigentliche Beschaffenheit wissen, bestürzt macht, indem sie nicht wissen können, wo dieser Klang und Ton herkömmt, und was es für ein Instrument sey. Denn es lautet nicht eigentlich wie ein Saiteninstrument, auch nicht wie die, so durch den Wind tönend gemacht werden, sondern es hat einen vermengten und ganz fremden unbekannten Ton und Hall. Das Instrument aber muss also gemacht werden. Man bereite aus Fichtenholz, so am besten resoniret, ein Instrument 5 Spannen lang, 2 breit, die Tiefe aber oder Höhle 1 Spanne, beziehe es mit 15 oder mit mehr oder weniger gleichen Geigensaiten, die über 2 Stege an Wirbel gespannt werden, und stimme sie alle gleich, oder allein in die Oktav, wenn anders ein einstimmender oder zusammenklingender Ton folgen soll. Und ist dieses höchst verwunderlich und gleichsam ungereimt,

Um alle Ungewissheit in Absicht der Töne der Aeols-Harfe zu heben, nahm ich alle Saiten bis

dass alle Saiten gleichlautend oder in der Oktav allein gestimmt, unterschiedliche Stimmen und Ton von sich geben sollen. Der Ort des Instruments muss nicht in freier Luft, sondern verschlossen seyn, jedoch so, dass die Luft einen freien und ungehinderten Zu- und Durchgang habe. Der Wind aber kann auf verschiedne Weise zusammen- und eingefangen werden, entweder durch ein Kegel- oder Schneckenrohr, oder durch hölzerne Flügel *CV*, *EP*, (Fig. 2, Taf. II,) welche vor dem Zimmer seyn, und den Wind in das Kästlein *KN*, welches im Zimmer ist, leiten müssen. Im Rücken *SN* des Kästleins ist eine offne Spalte, wobei man das Instrument *OR* wie in der Figur aufhängen, oder sonst fest anmachen soll, so dass der Wind alle Saiten desselben berühre und bewege. — Nach starkem oder gelindem Winde wird sich ein verwunderlicher Ton und Hall in dem Gemach und Zimmer hören lassen, da die Saiten immer einen zitternden Ton werden von sich geben, bisweilen wie ein Vogelgesang, bald wie eine Wasserorgel, bald wie ein Pfeifenwerk, und andere fremde Töne mehr, da Niemand, der es hört und nicht sieht, wird wissen können, was dieses für ein Instrument sey. Benebens, wann alle Fenster des Gemachs werden zugeschlossen seyn, wird auch der geringste Ton und Hall sich nicht hören lassen; thut man aber nur eins auf, wird die Wundermusik sich alsobald wieder finden. — — Will man machen, dass ein solcher Wunderton

auf eine einzige ab, und setzte das Instrument in die erforderliche Lage. Ich war nicht wenig verwundert, eine Menge verschiedner Töne zu hören, nicht selten solche, die mir durch keinen aliquoten

aus freier und hoher Luft herabkomme, und mit Bestürzung vernommen werde; so mache man einen fliegenden Drachen oder Fisch, dass auf beiden Seiten die gleichlautenden Saiten aufgezogen werden. Sobald man ihn in freier Luft hängt, und das Seil anzieht, werden immerdar die Saiten einen starken Laut von sich geben. Machte man dann anstatt des fliegenden Drachen einen fliegenden Engel, so würde das Werk noch verwunderlicher kommen, und man es fast für Zauberei halten."

Kircher's Angaben, wenigstens die erstern, sind der Wahrheit gemäss. Auch dem freien Winde ausgesetzt, tönt die Aeols-Harfe; nur, weil dann der Wind alle Saiten gleich stark trifft, mit weniger Abwechselung als am Fenster, wo der volle Wind nur eine Saite, die übrigen ein schwächerer Luftzug bewegt, oder als wenn sie an einem Baume so hängt, dass der Wind auf die Saiten mit ungleicher Stärke wirkt. In frei liegenden Zimmern ist, wenigstens bei windigem Wetter, Kircher's Windlade überflüssig. Gewöhnlich macht man die Aeols-Harfe auch nur halb so breit, als nach Kircher's Vorschrift, und spannt über den Resonanzboden nur 8 Darmsaiten, die verschieden gestimmt, minder harmonische, wild durch einander hallende Töne geben. d. H.

Theil der Saite erzeugt schienen, ja oft von der einzigen Saite Accorde von 2 oder 3 Tönen, und schon gab ich die Hoffnung auf, diese ausserordentliche und verwickelte Erscheinung aus den Grundsätzen aliquoter Theile erklären zu können. *) Doch zeigte sich bei einer genauern Untersuchung, dass sie sich alle daraus leicht und natürlich ableiten liessen.

Doch ehe wir dieses Phänomen untersuchen, wollen wir die Wirkung eines Luftzugs, der auf eine gespannte elastische Saite stösst, betrachten. Der Theil des Zugs, der auf die Mitte der Saite trifft, bringt die ganze Saite aus ihrer geradlinigen Lage; da aber ein gewöhnlicher Luftstrom nicht in gleicher Stärke lange anhält, so wird der Luftzug in der Regel die Saite nicht in der gekrümmten Lage erhalten können, da sie denn, vermöge ihrer Elasticität, zurück schnellt, und in Schwingungen kömmt, wodurch die Luft in solche Pulsationen versetzt wird, als im Ohre den Ton *der ganzen Saite* hervorbringen. — Ist dagegen der Luftstrom zu stark, als dass die gekrümmte Saite zurückschnellen könnte, so bleibt sie zwar in ihrer bauchigen Lage, gleich dem Tckelwerke eines

*) Das heisst unstreitig, aus der Lehre von den verschiednen möglichen freien transversalen Schwingungsarten einer gespannten Saite, (der Ganzen, ihrer Hälfte, ihres Drittels, und ihrer übrigen aliquoten Theile,) wobei Schwingungsknoten und die sogenannten *harmonischen Töne* entstehn. *d. H.*

Schiffs bei heftigem Winde, und kann nicht mit ihrer ganzen Länge schwingen; dafür können aber aliquote Theile derselben in Schwingung kommen, und zwar aliquote Theile von verschiedner Länge, je nachdem der Luftzug stärker oder schwächer ist. Denn, indem die Geschwindigkeit des Luftstroms so zunimmt, dass er die Schwingungen der ganzen Saite hemmt, wirken die Lufttheilchen, welche gegen die Mitten der Hälften stossen, gerade so auf diese Hälften der Saite, als im Falle der sympathetischen oder mithallenden Töne. Die Schwingungszeit der Hälften ist nur halb so gross, als die der ganzen Saite, daher ein Luftstrom, ihre Schwingungen zu hindern, nicht mehr Macht hat, als er gegen die ganze Saite haben würde, wenn ihre Spannung viermahl grösser würde, *) weshalb sie, (bei etwas schwellendem und wieder nachlassendem Luftstrome,) ungeachtet die ganze Saite gespannt bleibt, stark genug in Schwingung kommen können, um Pulsationen zu erregen, welche das Trommelfell

*) Bedeuten l, L die Längen, d, D die Dicken, k, K die Spannungen, und t, T die Schwingungszeiten zweier Saiten von einerlei Materie; so verhalten sich bei unendlich kleinen Schwingungen $t : T = \frac{l\,d}{\sqrt{k}} : \frac{L\,D}{\sqrt{K}}$, und daher bei gleicher Länge u. Dicke die Spannungen umgekehrt wie die Quadrate d. Schwingungszeiten, ($k : K = \frac{1}{t^2} : \frac{1}{T^2}$.)

d. H.

des Obrs afficiren. Daſſelbe gilt von andern aliquoten Theilen der ganzen Saite.

Die Wirkung des Windes, wenn er über Getreidefelder hinfährt, kann dazu dienen, dieſes zu erläutern. Iſt der Wind ſo ſchnell, daſs, ehe der gebogne Halm ſich in die ſenkrechte Lage zurück biegt, ein zweiter Stoſs kömmt; ſo ſcheint dieſer immerfort gebogen zu bleiben. Nimmt aber der Wind in Geſchwindigkeit oder Stärke ab, ſo kann der Halm eine Schwingung vollenden, bevor er aufs neue gebogen wird, und ſo wird er beim Stoſse des Windes ſich vorwärts und zurück beugen.

Die Lufttheilchen, welche gegen die Saite an Stellen, die nicht in der Mitte aliquoter Theile liegen, ſtoſsen, unterbrechen und verhindern eins die Schwingung, welche das andere erzeugt, gerade wie im Falle der ſympathetiſchen oder mithallenden Töne, und haben deshalb keine empfindbare Wirkung. Folgende Beobachtungen können dazu dienen, die Richtigkeit dieſer Erklärung zu beſtätigen.

Beobachtung 1. Der Grundton der Saite war das groſse *F*, (*the grave fifteenth to low f on the Violin*;) folgende Aeoliſche Töne wurden deutlich, und faſt in derſelben Ordnung, worin ſie aufgeſchrieben ſind, gehört, die, wie man aus den darunter geſetzten Brüchen ſehn mag, von lauter ali-

quoten schwingenden Theilen der Saite erzeugt werden. *)

Beobachtung 2. Während die Saite einen dieser Töne von sich gab, hielt ich gegen die Stelle derselben, welche der Theorie gemäſs für jenen Ton ein Schwingungsknoten seyn muſste, irgend ein Hinderniſs, und der äolische Ton wurde dadurch nicht gehemmt, indeſs er augenblicklich erlosch, wenn man das Hinderniſs oder die Dämpfung an einen

*) Den aliquoten Theilen $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{11}$ entspricht in unserm Tonsysteme keiner der Töne genau. Der Ton, der zu $\frac{1}{7}$ der Saite *F* gehört, fällt zwischen das zweigestrichne *dis* und *es*, und wird im Folgenden durch ds n. oder es n., (*nahe*,) bezeichnet; eben so giebt $\frac{1}{11}$ $\overline{\overline{\text{b}}}$, nicht genau, sondern nur nahe. Folgendes sind die gehörten Töne:

$\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$, $\overline{\text{f}}_{\frac{1}{4}}$, $\overline{\text{a}}_{\frac{1}{5}}$, $\overline{\overline{\text{es}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$, $\overline{\text{a}}_{\frac{1}{5}}$, $\overline{\overline{\text{ds}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\overline{\text{f}}}_{\frac{1}{8}}$, $\overline{\overline{\text{ds}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$, $\overline{\text{a}}_{\frac{1}{5}}$, $\overline{\overline{\text{ds}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$,

$\overline{\overline{\text{f}}}_{\frac{1}{8}}$, $\overline{\overline{\text{f}}}_{\frac{1}{8}}$ und $\overline{\overline{\text{ds}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$, $\overline{\overline{\text{ds}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\overline{\text{es}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\overline{\text{es}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\text{f}}_{\frac{1}{8}}$, $\overline{\overline{\text{a}}}_{\frac{1}{10}}$, $\overline{\overline{\text{g}}}_{\frac{1}{9}}$, $\overline{\overline{\text{f}}}_{\frac{1}{8}}$,

$\overline{\text{c}}_{\frac{1}{6}}$ und $\overline{\overline{\text{es}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$, $\text{f}_{\frac{1}{4}}$ und $\overline{\text{a}}_{\frac{1}{5}}$, $\overline{\text{a}}_{\frac{1}{5}}$, $\overline{\overline{\text{es}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\text{a}}_{\frac{1}{5}}$, $\overline{\overline{\text{es}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$, $\overline{\overline{\text{f}}}_{\frac{1}{8}}$,

$\overline{\overline{\text{e}}}$ schwebend in $\overline{\overline{\text{es}}}_{\frac{1}{7}}$ und $\overline{\text{d}}$, $\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$, $\overline{\overline{\text{f}}}_{\frac{1}{8}}$, $\overline{\text{es}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$ und $\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$, $\overline{\text{c}}_{\frac{1}{6}}$,

$\overline{\overline{\text{es}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\text{a}}_{\frac{1}{5}}$ und $\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$ und $\overline{\overline{\text{es}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$, $\overline{\overline{\text{es}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$ und $\overline{\overline{\text{f}}}_{\frac{1}{8}}$, $\overline{\overline{\text{f}}}_{\frac{1}{8}}$, $\overline{\overline{\text{b}}}$ n. $_{\frac{1}{11}}$, $\overline{\overline{\text{a}}}_{\frac{1}{10}}$,

$\overline{\overline{\text{f}}}_{\frac{1}{8}}$ und $\overline{\overline{\text{g}}}_{\frac{1}{9}}$, $\overline{\overline{\text{es}}}$ schwebend nach $\overline{\text{d}}$, $\overline{\overline{\text{c}}}_{\frac{1}{6}}$, $\overline{\overline{\text{ds}}}$ n. $_{\frac{1}{7}}$ und $\overline{\overline{\text{F}}}_{\frac{1}{8}}$ etc.

einen andern Punkt der Saite anbrachte; ein offenbarer Beweis, daſs beim Aeolstone in der That aliquote Theile der Saite für ſich in Schwingung ſind.

Beobachtung 3. Als ich umgekehrt an den Endpunkt eines aliquoten Theils der Saite einen ſanften Druck anbrachte, erzeugte der Lufthauch gerade den äoliſchen Ton, den jener aliquote Theil angeben muſste; und ſo lieſs es ſich vorher beſtimmen, welchen Aeolston man hören würde. Doch erfolgte der Ton nicht immer, da der Luftzug bald zu ſtark, bald zu ſchwach ſeyn mochte, um gerade dieſen aliquoten Theil der Saite ſo ſtark in Schwingungen zu bringen, daſs er tönte. Da aber der Druck an der angebrachten Stelle nothwendig einen Schwingungsknoten erzeugt; ſo kann wenigſtens kein anderer Ton als der des beſtimmten aliquoten Theils, oder eines aliquoten Theils dieſes aliquoten Theils erfolgen. *)

Beobachtung 4. So wie der Windſtoſs zu- oder abnimmt, ſteigt oder fällt allmählig der Aeolston, indem ein ſtärkerer Windſtoſs die Schwingungen der längern aliquoten Theile hemmt. Dann prädominiren die Schwingungen der kürzern aliquoten Thei-

*) Kircher erklärt in ſeiner *Phonurgia*, pag. 148, ſich die Aeolstöne daraus, daſs der Luftſtrom auf einzelne Theile der Saite allein treffe; eine Theorie, welche dieſe Beobachtungen gänzlich widerlegen, da dann eine Dämpfung an den übrigen Theilen der Saite den Aeolston nicht ſtören könnte. *r.*

le, und zwar immer kürzerer, so wie der Windstoss allmählig anwächst. Verändert sich die Stärke des Luftstosses plötzlich, so gehn auch die tiefern Töne nicht so stufenweise, sondern plötzlich in die höhern Töne kürzerer aliquoter Theile über.

Beobachtung 5. Manchmahl hört man einen Accord von 2 oder 3 Aeolstönen zugleich. Dann hat der Lufthauch gerade eine solche Stärke, dass er zwei oder drei in Länge, (und mithin auch in ihrer Schwingungszeit,) nicht sehr verschiedne aliquote Theile zugleich in Schwingungen setzt, die sich dann nicht so stören und gegenseitig aufheben, als wenn die Länge der aliquoten Theile und ihre Schwingungszeit beträchtlich verschieden sind. Sieht man die obige Folge äolischer Töne an, so nimmt man wahr, dass gerade nur aliquote Theile, die zunächst an einander grenzen, zusammen tönen, z. B. *C* und *E*, ($\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{7}$ der ganzen Saite;) *F* und *A*, ($\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$;) *A*, *C* und *E*, ($\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{7}$ der Saite.) — Nie geben lange Saiten ihren Grundton und die Oktave desselben zugleich an, wovon der Grund unstreitig darin liegt, dass, ungeachtet beide in der Reihe der harmonischen Töne unmittelbar auf einander folgen, ihre Schwingungszeit doch so verschieden ist, dass ein Luftstrom, der die eine Schwingung bewirkt, nothwendig die andere hemmen n uss. Ueberhaupt hört man nur bei den höhern aliquoten Theilen der Saite Accorde, und sie kommen desto häufiger vor, je höher der Ton ist,

da diese aliquoten Theile minder von einander verschieden sind.

Beobachtung 6. Oefters lassen sich zwar Aeolstöne hören, welche von keinem genauen aliquoten Theile der Saite herrühren; allein sie sind nur schnell vorübergehend, indem sie bis zum nächsten von einem genauen aliquoten Theile erzeugten Tone steigen oder sinken. Sie entstehn beim Uebergange aus einer Eintheilung der Saite zu einer andern, indem während desselben die schwingenden Theile der Saite sich allmählig verlängern oder verkürzen. Wenn so z. B. der Aeolston den Dritteln der Saite gehört, und der Luftstrom so sich ändert, daſs er die Oktave des Grundtons angiebt; so müssen die Schwingungsknoten allmählig auf der Saite fortrücken, wobei ein sehr allmähliges Sinken des Tons statt findet, bis er sich mit der Oktave des Grundtons endigt.

Beobachtung 7. Nicht selten geben im Unisono gestimmte Saiten der Aeols - Harfe Miſsharmonien, (*discords,*) an. Auch dieses erklärt sich auf dieselbe Art, da durch aliquote Theile einer Saite unendlich viele Discorde entstehen können.

VI.

FORTGESETZTE VERSUCHE
über die Wärmestrahlen der Sonne und irdischer Gegenstände,

von

WILL. HERSCHEL,

L. L. D., F. R. S. zu Slough bei Windsor.

Diese Versuche sind eine Fortsetzung der Herschelschen *Untersuchungen über die wärmende und die erleuchtende Kraft der farbigen Sonnenstrahlen*, und *über die nicht-sichtbaren Strahlen der Sonne und deren Brechbarkeit*, woraus die *Annalen*, B. VII, S. 137 — 156, den Lesern einen vollständigen Auszug vorgelegt haben. Herschel hatte sie in zwei Aufsätzen des ersten Bandes der *Philosophical Transactions of the Roy. Soc. of London for the Y.* 1800, (Aufsatz 13 und 14,) vorgetragen. Zwei fernere hierher gehörige Abhandlungen, welche als Fortsetzungen dieser erstern zu betrachten sind, finden sich im zweiten und dritten Bande desselben Jahrganges der *Transactions* 15, p. 293, und 19, p. 437. Von diesen letztern habe ich für die Annalen noch keinen Gebrauch gemacht, und ziehe auch jetzt aus ihnen lediglich die Versuche Herschel's über die Wärme im Zustande der Strahlung aus, ohne mich auf die weitläufigen, nur wenig genügenden Versuche in der vierten Abhandlung, über die Licht- und die Wärmemenge, welche durch gefärbte Gläser hindurch geht, einzulassen. Herschel will in diesen beiden spätern Aufsätzen

eine Parallele zwischen den Gesetzen der Wärme leuchtender, farbiger und unsichtbarer Strahlungen, mit den längst bekannten und bewährten Gesetzen des Lichts unter den Umständen der Zurückwerfung, der Brechung, des Durchganges durch durchsichtige Körper und der Zerstreuung ziehn, um danach zu beurtheilen, in wie weit Licht und Wärme einerlei oder verschieden sind. Allein sowohl seine Entdeckung nicht-sichtbarer Sonnenstrahlen, welche wärmen, und was damit in Verbindung stand, als auch diese fernere Untersuchung über die Wärme im Zustande der Strahlung, haben in England einen, wie es scheint, siegreichen Gegner gefunden, (darf man dieses anders daraus schliessen, dass bis jetzt weder Herschel selbst, noch ein anderer Physiker, die neuen Entdeckungen im Felde der Optik gegen dessen strenge und bittere Kritik, die ich den Lesern in dem auf diesen folgenden Auffatze, (VII,) vorlege, gerechtfertigt hat,) daher es mit dem wissenschaftlichen Gewinne, den sich Herschel aus dieser Parallele versprach, etwas zweifelhaft aussieht. Um indess doch den Leser in den Stand zu setzen, Herschel's Versuche und die Kritik über diese selbst beurtheilen und würdigen zu können, theile ich hier die neuen Versuche Herschel's über die strahlende Wärme in einem vollständigen Auszuge mit. In der Erwartung fernerer Verhandlungen über die streitigen Punkte, verschob ich dieses bis jetzt; doch ist mir nichts weiter darüber bekannt geworden. *d. H.*

Licht, sagt Herschel, (Sonnenlicht sowohl als irdisches,) ist eine Sensation, welche 1. durch Strahlen bewirkt wird, die von leuchtenden, (*luminous*,)

Körpern emaniren, welche das Vermögen haben, Gegenstände zu erleuchten und sie nach Umständen unter verschiednen Farben erscheinen zu machen. Diese Strahlen sind 2. den Gesetzen der Zurückwerfung, und 3. den Gesetzen der Brechung unterworfen. Sie haben 4. eine verschiedne Brechbarkeit, sind 5. geneigt nach gewissen Verhältnissen in durchsichtigen Körpern, beim Durchgange durch dieselben, aufgehalten, und 6. an rauhen Oberflächen umher zerstreut zu werden. Endlich schrieb man ihnen bisher 7. das Vermögen zu, Körper zu erwärmen, welches aber erst durch diese Untersuchung näher auszumitteln ist.

Wärme, (Sonnenwärme sowohl als irdische,) ist dagegen eine Sensation, welche 1. durch Strahlen bewirkt wird, die von glühenden, (*candent*,) Körpern, welche das Vermögen haben, Gegenstände zu erwärmen, emaniren. Auch diese Strahlen haben alle unter 2 bis 7 erwähnten Eigenschaften. Man kann annehmen, dass sie in einem gewissen Zustande von Energie, das Vermögen besitzen, Gegenstände zu erleuchten; doch ist dieses ein Umstand, der ebenfalls noch einer genauern Untersuchung bedarf.

Diese kurze vergleichende Uebersicht der Erfahrungen über Licht und Wärme bestimmt die Ordnung in dieser Untersuchung über die Wärme im Zustande der Strahlung. Die dritte Abhandlung, (*Transact.*, No. 15,) beschäftigt sich mit den drei

ersten Vergleichpunkten, die vierte u. s. w., (*Tr.*, No. 19,) mit den übrigen.

Versuch 1. Zurückwerfung der Sonnenwärme. Ein 10füssiges Neutonsches Spiegelteleskop, mit einem Okulareinsatze nach Art der Camera clara, (*with a camera eye piece*,) ohne Okularglas, wurde nach der Sonne gerichtet, und so ajustirt, dass der Focus auf ein kleines Thermometer fiel. Dieses stieg um 58° Fahrenh. Sonnenstrahlen, sie mögen nun Licht seyn oder nicht, erzeugen folglich nach dreimahliger regelmäsiger Reflexion noch Wärme.

Versuch 2. Zurückwerfung der Wärme eines Lichts. Ein kleiner stählerner Hohlspiegel von 3,4 Zoll Oeffnung und 2,75 Zoll Brennweite, wurde 29 Zoll von einem Lichte gestellt. Genau im Vereinigungspunkte der Strahlen, (*secondary focus*,) wurde ein Thermometer, und ein zweites sehr nahe dabei, doch ausserhalb des Ganges des reflectirten Lichts gebracht. Innerhalb 5 Minuten stieg das Thermometer im Vereinigungspunkte um $3\frac{1}{4}$° F.; sank, als der Spiegel bedeckt wurde, binnen 6 Minuten wieder zum vorigen Stande zurück, und stieg, wenn man den Spiegel aufdeckte, binnen 5 Minuten wieder um eben so viel, indess das zweite Thermometer die ganze Zeit über unverändert blieb.

Versuch 3. Zurückwerfung der Wärme, welche die farbigen Sonnenstrahlen begleitet. Herschel liess durch einen Einschnitt in Pappe, den das Farbenspectrum gerade ausfüllte, die farbigen Strahlen auf den Stahlspiegel fallen. Das Thermometer im

Brennpunkte desselben stieg binnen 2 Minuten um 35° Fahrenh.

Versuch 4. Zurückwerfung der Wärme eines roth glühenden Eisenstabes. Der kleine stählerne Hohlspiegel wurde 12 Zoll vom roth glühenden Eisenstabe, und wiederum ein Thermometer in den Vereinigungspunkt der Strahlen gesetzt. Ein Schirm aus Pappe diente, die directen Wärmestrahlen vom Thermometer abzuhalten. Es stieg in $1\frac{1}{2}$ Minuten um $38\frac{1}{2}$°, und fiel, als der Spiegel bedeckt wurde, in $1\frac{1}{2}$ Minuten wieder um 28°.

Versuch 5. Zurückwerfung der Wärme eines Kohlenfeuers durch einen Planspiegel. Herschel stellte einen kleinen Planspiegel *D*, dergleichen er sich in seinen 7füfsigen Reflectoren bedient, (Taf. II, Fig. 3,) auf ein Gestell, auf das zugleich ein Rost für das Kohlenfeuer angebracht war, und zwischen beide ein $1\frac{1}{2}$ Zoll dickes Eichenbrett *AB*, in welches ein rundes Loch *C*, $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, eingeschnitten war. Blofs durch dieses fiel Wärme auf den unter 45° gegen die Achse des Strahlenkegels geneigten Spiegel. Der zurückgeworfne Strahlenkegel ging aufs neue durch ein Loch *E*, das in ein zweites Brett eingeschnitten war, und fiel auf ein dahinter stehendes, $3\frac{1}{2}$ Zoll vom Spiegel entferntes Thermometer *F*. Ein zweites Thermometer befand sich dicht neben diesem. Ersteres stieg in 5 Minuten um 7°, während das zweite seinen Stand nur um $\frac{1}{2}$° änderte.

Verſuch 6. Zurückwerfung der Wärme eines Feuers mittelſt eines Prisma. Wurde im vorigen Verſuche ſtatt des Planſpiegels ein gleichſchenkliges rechtwinkliges Prisma genommen, durch deſſen Schenkel die Strahlen ſenkrecht durchgingen, ſo daſs die Hypothenuſe ſie reflectirte, ſo ſtieg das erſte Thermometer zwar in 11 Minuten um $4\frac{1}{2}$°; da zugleich aber das zweite ſeinen Stand um $1\frac{3}{4}$° änderte, ſo war die Temperatur des ganzen Raums um eben ſo viel erhöht, mithin die Wirkung der Reflexion lediglich von $2\frac{3}{4}$°.

Verſuch 7. Zurückwerfung der nicht-ſichtbaren Wärme der Sonne. Herſchel ſetzte an das eine Ende eines $4\frac{1}{2}$ Fuſs langen Bretts einen kleinen Planſpiegel, der gegen das einfallende prismatiſche Licht unter 45° geneigt war, und es auf ein Thermometer warf, das am andern Ende des Bretts, 3 Fuſs $9\frac{1}{2}$ Zoll vom Spiegel ſtand, und neben welches, auſserhalb des zurückgeworfnen Strahlenkegels, ein zweites Thermometer geſtellt war, (Taf. II, Fig. 4.) Dieſes Brett lieſs ſich in den farbigen Strahlen verſchieben, und der Spiegel mittelſt Parallellinien, die im Abſtande $\frac{1}{2}$ Zolles von einander auf das Brett gezogen waren, in jede beliebige Entfernung von der Grenze des Roths des Farbenſpectrums bringen. Nachdem die Thermometer, während der Spiegel verdeckt blieb, die Temperatur ihres Standorts angenommen hatten, wurde der Apparat ſo weit aus dem Farbenſpectrum gerückt, daſs nun die nicht-ſichtbaren Wärmeſtrahlen der

Sonne allein auf den Spiegel fielen. Binnen 10 Minuten erhielt das erste Thermometer 4° F. Wärme, welche ganz den Gesetzen der Katoptrik gemäss auf dasselbe reflectirt wurden, und zwar mit solcher Präcision, dass das nur 1 Zoll davon entfernte zweite Thermometer seinen Stand dabei nicht im mindesten änderte. Als man darauf den Spiegel wegnahm, verlor das erste Thermometer die erhaltnen 4° Wärme in 10 Minuten wieder gänzlich. *Ein,* wie **Herschel** bemerkt, *sehr entscheidender Versuch für die Wirklichkeit nicht - sichtbarer Sonnenstrahlen, ihrer Reflectibilität nach den Gesetzen der Katoptrik, und ihres Vermögens, zu erwärmen.*

Versuch 8. Zurückwerfung und Condensirung der nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen. Man richtete den kleinen, oben beschriebenen Hohlspiegel aus Stahl so vor, dass die prismatischen Strahlen eines Farbenspectrums senkrecht auf ihn einfielen. Die eine Hälfte des Spiegels war mit einem Stücke Pappe bedeckt. Mittelst einer Menge darauf gezogner Parallellinien liess sich das letzte sichtbare Roth bis auf jede beliebige Weite von der nicht bekleideten Hälfte des Spiegels entfernen. Im Brennpunkte stand wiederum ein Thermometer, das man bei verdecktem Spiegel zur Temperatur seines Standorts kommen liess. Dann wurde der Apparat so gestellt, dass die Grenze des Roths $\frac{1}{10}$ Zoll von der Schneide der Pappe, die sich im Durchmesser befand, abwärts, und mithin lediglich die nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen auf die

unbekleidete Hälfte des Spiegels fielen. Das Thermometer ſtieg binnen 1 Minute um 19°. Als man den Spiegel wieder bedeckte, ſank das Thermometer in 3 Minuten um 16°, ſtieg, als man ihn aufs neue enthüllte, in 2 Minuten um 24°, und fiel dann bei bedecktem Spiegel in 1 Minute wieder um 19°. Wiederum, nach Herſchel, ein Beweis der Wirklichkeit nicht-ſichtbarer Sonnenſtrahlen, die in der Reflexion den Geſetzen der Katoptrik aufs genaueſte folgen, und im Verhältniſſe, in welchem ſie condenſirt werden, ſtärker erhitzen.

Verſuch 9. *Zurückwerfung der nicht-ſichtbaren Ofenwärme.* Der ſtählerne Hohlſpiegel wurde auf ein ſchmales Brett befeſtigt, und davor ein hölzerner ½ Zoll dicker Schirm, der gerade ſo hoch war, daſs er die Strahlen, die ſonſt auf die untere Hälfte des Spiegels gefallen ſeyn würden, auffing. Hinter dieſen Schirm wurden zwei Thermometer, das eine genau in die Achſe des Hohlſpiegels, das andere, von welchem durch ein an die Scale gebundnes Pappſtückchen alle vom Spiegel reflectirten Strahlen abgehalten wurden, dicht daneben geſtellt. Als man dieſen Apparat einem wohl geheitzten ringsum verſchloſsnen Ofen gehörig gegenüber ſetzte, trieben die nicht-ſichtbaren, vom Spiegel reflectirten Wärmeſtrahlen, das in der Achſe ſtehende Thermometer in 1 Minute um 39° in die Höhe, indeſs das zweite, gegen die reflectirten Strahlen geſchützte Thermometer, das genau dieſelbe Stellung gegen den Ofen hatte, nur um 1° ſtieg.

Verſuch 10. *Zurückwerfung der nicht-ſichtbaren Wärmeſtrahlen eines heiſsen Eiſenſtabes,* der nach dem Rothglühen ſo weit erkältet war, daſs er im Dunkeln keinen Schein mehr verbreitete. Als man dieſen Eiſenſtab 12 Zoll weit vom ſtählernen Hohlſpiegel befeſtigte, und nun den Spiegel abwechſelnd enthüllte und wieder verdeckte, und ihn ſo jedes Mahl eine Minute lang lieſs, ſtieg und fiel das Thermometer im Brennpunkte des Spiegels abwechſelnd folgendermaſsen: $+7°$, $-7°$; $+3°$, $-5\frac{1}{2}°$; $+2\frac{1}{2}°$, $-6\frac{1}{2}°$.

Dieſen Verſuchen über die Zurückwerfung der Wärme fügt Herſchel folgende Bemerkungen bei: „Wir haben unter allen verſchiednen Umſtänden, unter welchen in ihnen Sonnenwärme und irdiſche Wärme wirkte, Strahlen aufgefunden, welche den bekannten Geſetzen der Zurückwerfung gehorchen, und unabhängig von Licht das Vermögen beſitzen, Körper zu erwärmen. Denn hatten wir es gleich in den 6 erſten Fällen ſowohl mit erleuchtenden als mit wärmenden Strahlen zu thun; ſo kam doch in unſern Verſuchen lediglich das Vermögen, Wärme hervorzubringen, in Anſchlag, welches ſich durch das Thermometer genau auswies. Die 4 letzten Verſuche, welche mit nicht-ſichtbaren Strahlen angeſtellt wurden, beweiſen offenbar, daſs aus dem Vermögen von Strahlen, Wärme zu erzeugen, ſich keinesweges ſchlieſsen laſſe, daſs ihnen auch das Vermögen, zu erleuchten, zukommen müſſe. Vielmehr ſind wir berechtigt, nach Bewei-

ſen zu fragen, daſs Strahlen, welche erwärmen, je ſichtbar zu werden vermögen. Doch wir werden weiterhin auf dieſe Materie noch einmahl zurück kommen, daher ich jetzt zu der Brechung der wärmezeugenden Strahlen fortgehe."

Verſuch 11. *Brechung der Sonnenwärme.* Ein neuer 10füſsiger Newtonſcher Reflector, deſſen Spiegel, ſo weit er polirt war, 24 Zoll Oeffnung hatte, wurde nach der Sonne gerichtet, und ein terreſtriſcher Okulareinſatz mit 4 Linſengläſern eingeſchraubt, durch welchen man die Sonnenſtrahlen auf ein Thermometer in ihrem Focus fallen lieſs. Dieſes ſtieg faſt augenblicklich um 70° F., und das Teleſkop muſste ſogleich weggedrehet werden, damit die Gläſer nicht zerſprängen. Hier hatten die Strahlen, welche dieſe plötzliche Vermehrung von Wärme bewirkten, hinter einander 8 Brechungen erlitten; weshalb ſich nicht zweifeln läſst, daſs auch ſie den Geſetzen der Brechung unterworfen ſind.

Verſuch 12. *Brechung der Wärme eines Lichts.* Eine biconvexe Glaslinſe von 1,4 Zoll Brennweite und 1,1 Zoll Oeffnung, die auf einem kleinen Fuſse ſtand, wurde 2,8 Zoll weit von der Flamme eines Lichts, und hinter die Linſe, in den Vereinigungspunkt der Lichtſtrahlen, mit vieler Sorgfalt ein Thermometer geſetzt. Vor der Linſe befand ſich ein Schirm aus Pappe, mit einer kreisrunden Oeffnung von der Gröſse der Linſe, und der Fuſs, der die Linſe trug, lieſs ſich excentriſch drehen, ſo daſs

diese sich nach Willkühr vor die Oeffnung oder von ihr ab stellen liefs. Nachdem man die directen Strahlen des Lichts einige Augenblicke lang auf das Thermometer hatte fallen lassen, um dieses zur Temperatur seines Standpunkts zu bringen, wurde die Linse vor die Oeffnung gedreht, und nun stieg das Thermometer vermöge der durch die Linse zusammen gebrochnen Wärme des Lichts um $2\frac{1}{8}°$ in 3 Minuten; eine Wärme, die es wieder verlor, wenn man die Linse wegdrehte, und drehte man die Linse in die erste Lage zurück, in 3 Minuten wieder gewann. — In andern Entfernungen liefs sich ein noch gröfseres Ansteigen bewirken. Wurde z. B. die Linse $3\frac{1}{8}$ Zoll von der Flamme eines Wachslichts gestellt, so stieg das Thermometer im Vereinigungspunkte der Strahlen um 5 bis 8°, je nachdem das Licht heller brannte und die ganze Vorrichtung genauer abgemessen war.

Versuch 13. *Brechung der Wärme, welche die farbigen Sonnenstrahlen begleitet.* Als man das farbige Licht des prismatischen Farbenspectrums durch eine Oeffnung eines Pappenschirms auf ein Brennglas von 9 Zoll Oeffnung fallen liefs, stieg ein Thermometer im Brennpunkte innerhalb 1 Minute um 112° F.

Versuch 14. *Brechung der Wärme eines roth glühenden Eisenstabes.* Ein aus einer Eisenluppe geschmiedeter Cylinder, $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser und eben so hoch, wurde roth glühend auf eine eiserne Handhabe, die einen hölzernen Fufs hatte, gesteckt,

und 2,8 Z. von der Linſe, die in Verſuch 12 gebraucht wurde, entfernt. Nicht weit vor der Linſe ſtand wiederum ein hölzerner Schirm, in den ein rundes Loch, 1 Zoll im Durchmeſſer, eingeſchnitten war, und in den Vereinigungspunkt der Strahlen hinter der Linſe ein Thermometer; ein zweites dicht daneben, nur 0,3 Zoll vom Vereinigungspunkte, in gleichem Abſtande von der Linſe, und noch dazu einer dünnern Stelle des Glaſes gegenüber. Nun wurden die Thermometer abwechſelnd gleiche Zeiten, (2 Minuten,) hindurch der Wirkung der Linſe ausgeſetzt, und davor geſchützt. Dabei veränderten zwar beide ihre Temperatur, allein das im Focus viel ſtärker, nämlich um + 6°, — 3°, + 2°, — 2$\frac{3}{4}$°, + 1$\frac{1}{4}$°, indeſs das zweite daneben ſtehende ſich nur änderte um + 4°, — 2°, + 1°, — 1$\frac{1}{4}$°, + $\frac{1}{2}$°. Um vollends alle Zweifel zu heben, wurde bei übrigens verändertem Apparate, ſtatt der Glaslinſe ein ebnes Glas angebracht, und dieſes abwechſelnd bedeckt und aufgedeckt; da denn beide Thermometer ſich ganz gleichmäſsig veränderten.

Verſuch 15. *Brechung der Wärme eines Küchenfeuers.* Das Brennglas aus Verſuch 13 wurde 3 Fuſs von dem auf einem breiten Roſte hell lodernden Feuer geſetzt und in den Vereinigungspunkt der Strahlen dahinter ein Thermometer. Ein zweites Thermometer ſtellte man in gleicher Entfernung vom Feuer hinter einen hölzernen Schirm. Nachdem beide Thermometer fortgenommen, zur Temperatur der Luft gebracht, und dann wieder hinge-

ſetzt waren, ſtieg das letztere in den erſten 7 Minuten um $3\frac{3}{4}$°, und blieb dann während der 32 folgenden Minuten, die der Verſuch dauerte, in dieſer Höhe unverändert ſtehn. Vor das erſte Thermometer wurde das Brennglas, wie die Linſe in Verſuch 12, abwechſelnd vorgedreht und davon weggedreht, und dieſes veränderte ſich dabei folgendermaſsen: es ſtieg in 9 Minuten um $9\frac{3}{4}$°; fiel in 5 Minuten in den nicht condenſirten Strahlen des Feuers um $2\frac{1}{4}$°; ſtieg dann in 10 Minuten um $1\frac{3}{4}$°; fiel in den folgenden $5\frac{1}{2}$ Minute um 3°; und ſtieg dann in $4\frac{1}{2}$ Minute wieder um $1\frac{1}{2}$°. So war dieſes Thermometer in 35 Minuten 5mahl durch Strahlen in die Höhe getrieben worden, welche vom Küchenfeuer ausgingen und denſelben Geſetzen der Brechung wie die Lichtſtrahlen unterworfen ſind.

Verſuch 16. *Brechung und Zurückwerfung der Wärme eines Küchenfeuers.* Ein Apparat mit einem Hohlſpiegel, einem Planſpiegel und einem Augenglaſe, einem Newtonſchen Reflector ähnlich, wurde auf ein Küchenfeuer gerichtet, und ein Thermometer in den Focus der Linſe, dicht daneben ein zweites, geſetzt. Als nun die Thermometer abwechſelnd der Wirkung der Linſe ausgeſetzt, und durch einen Schirm davor geſchützt wurden, ſtiegen und fielen ſie abwechſelnd, und zwar das im Focus immer mehr als das daneben ſtehende, gerade wie in Verſuch 14.

Verſuch 17. *Brechung der nicht-ſichtbaren Strahlen der Sonnenwärme.* Die eine Hälfte des in Verſuch

fuch 13 gebrauchten Brennglafes wurde, wie der Hohlfpiegel in Verfuch 8, bedeckt, und das prismatifche Farbenfpectrum fo auf diefe Bedeckung aus Pappe geworfen, dafs das äufserfte rothe Licht noch um 0,1 Zoll von dem mitten über das Glas fortgehenden Rande der Pappe abwärts, und mithin die nicht-fichtbaren Strahlen aufserhalb des Farbenfpectrums auf den unbedeckten Theil der Linfe fielen. Die Kugel des einen Thermometers wurde im Brennpunkte der rothen Strahlen, oder vielmehr ein klein wenig darüber hinaus, und die des zweiten dicht daneben gefetzt. Während diefes feinen Stand gar nicht änderte, ftieg das im Brennpunkte um 45° F. binnen 1 Minute.

Verfuch 18. *Können die nicht-fichtbaren Strahlen der Sonne durch Condenfirung fichtbar gemacht werden?* Da fich im vorigen Verfuche auf der Thermometerkugel ein wenig Roth zeigte, fo verrückte Herfchel den ganzen Apparat fo, dafs die äufserfte Grenze des Roths 0,2 Zoll weit vom Rande der Pappe fiel. Nun zeigte fich auf der Thermometerkugel keine Spur weiter von farbigem Teint oder Licht; und doch ftieg das Thermometer im Focus um 21°, indefs das dicht daneben ftehende unverändert blieb. Das röthliche Licht im vorigen Verfuche fcheint daher lediglich theils von der Abweichung wegen der Kugelgeftalt, die bei einer Linfe von fo grofser Oeffnung beträchtlich ift, theils von der Schwierigkeit, in einer nicht vollkommen dunkeln Stube die Grenze des prismatifchen Farben-

ſpectrums zu beſtimmen, und von der Verbreitung des farbigen Lichts wegen der Dicke des Prisma herzurühren.

Verſuch 19 und 20. *Brechung der nicht-ſichtbaren Ofenwärme.* Als in Verſuch 14 der roth glühende Eiſencylinder ſich ſo weit abgekühlt hatte, daſs er in einem verfinſterten Zimmer nicht den mindeſten Schein mehr von ſich gab, und die Glaslinſe achtmahl abwechſelnd vor die Oeffnung im Pappſchirme gedreht, und wieder fortgedreht wurde, und in dieſer Lage ſtets 2 Minuten lang blieb, veränderte das Thermometer im Focus der Linſe ſeinen Stand regelmäſsig, anfangs um 1°, zuletzt nur um $\frac{1}{2}$°, und um ſo viel übertrafen die mittelſt der Linſe condenſirten Strahlen, die von ihr aufgehaltnen an Wärme.

Dieſer Verſuch wurde darauf ſo wiederhohlt, daſs man die Linſe während 8 Minuten abwechſelnd 1 Minute unbedeckt lieſs, dann wieder 1 Minute lang bedeckte, und ſo ferner, wobei das Thermometer im Vereinigungspunkte der Strahlen, allmählig, durch abwechſelndes gröſseres Steigen und geringeres Fallen, zu ſeinem höchſten Stande gelangte, und dann bei geringerm Steigen und gröſserm Fallen wieder von dieſer gröſsten Höhe herabſank. Ein zweites Thermometer wurde in einem Abſtande von $\frac{3}{4}$ Zoll ſeitwärts von dieſem geſtellt, ſo daſs es der directen Wirkung des erhitzten Eiſencylinders ausgeſetzt war, indem der Pappſchirm nicht bis dahin reichte; hier ſtieg es ununterbrochen, bis es den

höchsten Stand erreichte, und sank dann eben so ununterbrochen. — Nach 8 Minuten wurde dieses Thermometer dem im Vereinigungspunkte der Strahlen näher gerückt, so dass es einen kleinen Antheil des nicht-sichtbaren Wärmebildes, das dort entstehn musste, auffing. Nun wurde es gleichfalls durch das abwechselnde Enthüllen und Bedecken der Linse afficirt, doch weniger, als das Thermometer in der Achse. Während 10 Minuten veränderte sich das Thermometer in der Achse, wie folgt: $-\frac{3}{4}$, $+\frac{1}{2}$, $-1\frac{1}{4}$, $+\frac{3}{4}$, -1, $+1$; dagegen das daneben stehende zweite Thermometer $-\frac{1}{4}$, $+\frac{1}{4}$, $-\frac{3}{4}$, $+\frac{1}{4}$, $-\frac{1}{2}$, $+\frac{3}{4}$. Alles dieses, bemerkt Herschel, bestätigt die Brechung der Wärme mittelst der Linse so unläugbar, dass man offenbar annehmen muss, dass vom heissen Eisen gänzlich unsichtbare Strahlen ausgehn, die mit dem Vermögen zu wärmen begabt, und bestimmten Gesetzen der Brechung unterworfen sind, welche mit denen des Lichts sehr nahe zusammen stimmen.

Und so glaubt Herschel die ersten drei Sätze seiner allgemeinen Uebersicht hinreichend bewiesen zu haben.

Die Aehnlichkeit zwischen Licht und Wärme in den bisher untersuchten Punkten, der Strahlung, der Zurückwerfung und der Brechung, springt in die Augen. Bei den folgenden zeigen dagegen die Lichtstrahlen und die Wärmestrahlen eine so auffallende und wesentliche Verschiedenheit, dass es die

Frage seyn wird, ob sich beide in der That als Wirkungen einer und derselben Ursache denken lassen.

Was zuerst die *verschiedne Brechbarkeit* beider Strahlenarten betrifft, so zeigen die Versuche mit dem Prisma in ihnen zwar eine grosse Uebereinstimmung, zugleich aber doch auch eine wesentliche Verschiedenheit, da die Wärmestrahlen über einen weit grössern Raum als die Lichtstrahlen zerstreut werden. Um sich dieses desto besser zu veranschaulichen, sey *GQ*, (Taf. II, Fig. 4,) die Länge eines *Lichtspectrums*, nach dem Verhältnisse der Farben, wie Newton ihre Ausdehnung angiebt, eingetheilt. Die senkrechten Ordinaten sind im Verhältnisse der erleuchtenden Kraft der einzelnen farbigen Strahlen genommen, wie ich sie aus meinen Versuchen, (*Annalen*, VII, 141,) gefunden habe, wobei ich die grösste Ordinate *LR*, die zwischen Gelb und Grün liegt, willkührlich zu $\frac{27}{33}$ der Länge des Lichtspectrums *GQ* genommen habe. — Nun finde ich aus meinen Versuchen, dass nach der Brechung, die Länge welche die nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen einnehmen, zur Länge des sichtbaren prismatischen Spectrums, sich wie 2 : 3, oder besser wie $2\frac{1}{4}$: 3 verhält. Folglich verhält sich der ganze Raum, den die gebrochnen Wärmestrahlen einnehmen, den wir das *Wärmespectrum* nennen können, zur Ausdehnung des Lichtspectrums, wie $5\frac{1}{4}:3$, in welchem Verhältnisse *AQ*:*GQ* genommen ist. Bezeichnet man nun das Maximum der Wärme durch eine eben so grosse rechtwinklige

Ordinate *GS*, als zuvor das Maximum der Erleuchtung, und nimmt die übrigen Ordinaten im Verhältnisse der Thermometerstände an den verschiednen Stellen des Wärmespectrums, (*Ann.*, VII, 140;) so erhält man eine Curve *ASQ*, welche die Wärme-Intensitäten gerade so, wie die Curve *GRQ* die Licht-Intensitäten im prismatischen Spectrum vorstellt. Aus der Ansicht beider wird man am besten gewahr, wie sehr verschieden das Prisma die Wärmestrahlen und die erleuchtenden Strahlen zerstreut. Weder die mittlere Brechbarkeit, noch die gröfste, fällt in beiden zusammen, und in *R*, wo die gröfste Erleuchtung ist, ist nur wenig Wärme, so wie in *S*, an den Ort der gröfsten Wärme, gar kein Licht hinfällt.

Versuch 21. *Der Sinus des Brechungswinkels der Wärmestrahlen steht zum Sinus ihres Einfallswinkels in einem constanten Verhältnisse.* Ich setzte zwei Thermometer, eins $\frac{1}{2}$, das andere 1 Zoll von der äufsersten Grenze des rothen Lichts in das Wärmespectrum eines Prisma, ein drittes zur Seite aufserhalb des Spectrums. Die beiden ersten stiegen und zeigten dieselbe Temperatur-Verschiedenheit, als in meinen frühern Versuchen. (*Ann.*, VII, 141.) Dieses fand gleichmäfsig bei Prismen von verschiednen brechenden Winkeln, aus verschiednen Glasarten und aus Wasser statt. Da nun der nicht-sichtbare Theil des Spectrums immer einerlei Lage gegen den sichtbaren behielt, so mufs er in seiner Brechung demselben wohlbekannten Gesetze wie der sichtbare Theil unterworfen seyn.

Verſuch 22. Wiedervereinigung auseinander gebrochner Wärmeſtrahlen, durch entgegengeſetzte Brechung in einem andern Mittel. Als zwiſchen zwei Prismen von Krownglas mit überwärts gekehrten brechenden Winkeln von 25° und 10° ein drittes Prisma aus Flintglas mit einem unterwärts gekehrten brechenden Winkel von 24° gelegt wurde, gaben alle 3 ein faſt farbenloſes Spectrum. Ein Thermometer ſtieg in der Mitte dieſes Spectrums um 2°, dagegen an den Enden des Spectrums gar nicht; ein Zeichen, daſs der verſchiednen Brechbarkeit der Wärmeſtrahlen, gerade ſo wie der der farbigen Strahlen, durch Prismen abgeholfen werden kann, welches zur Beſtätigung der Ausſage in Verſ. 21 dient.

Verſuch 23. In Brenngläſern haben die Wärmeſtrahlen einen andern Focus als die Lichtſtrahlen. Die Oeffnung eines Brennglaſes, worauf die Sonnenſtrahlen ſenkrecht fielen, wurde bis auf 3 Zoll verringert, um die Abirrung wegen der Kugelgeſtalt unmerkbar zu machen. Der Vereinigungspunkt der Lichtſtrahlen wurde mittelſt Haarpuders ſichtbar gemacht, den man aus einem Puderquaſte umher geſtäubt hatte. Ein Stückchen Siegellack, das man 4 Schläge eines Chronometers über, oder 1″,6 lang in den Strahlenkegel ½ Zoll vom Focus ab nach der Linſe zu hielt, zeigte keine Veränderung. Als ich es aber ½ Zoll über den Focus hinaus in der Strahlenkegel hielt, war es nach 2 Chronometerſchlägen, oder in 0,8 Sekunden ſchon an der Oberfläche ſichtlich verbrannt. Im Lichtfocus ſelbſt litt es in

gleicher Zeit dieselbe Veränderung. Der wenigen Genauigkeit eines solchen Versuchs ungeachtet, scheint er doch zu beweisen, dass der Wärmefocus weiter von der Linse abliegt, als der Lichtfocus, und zwar wohl nicht um weniger als $\frac{1}{4}$ Zoll, da die Wärme im Lichtfocus und $\frac{1}{2}$ Zoll darüber hinaus gleich ist. *)

*) Nun folgen die Versuche über den Licht- und Wärmeverlust beim Durchgange der Lichtstrahlen und der Wärmestrahlen durch allerlei gefärbte Gläser und andere durchsichtige Mittel, aus welchen Herschel schliesst, dass, da in ihnen der Verlust an Licht und Wärme in keinem beständigen Verhältnisse zu einander stehn, beide Strahlenarten verschiednen Verwandtschaftsgesetzen unterworfen, und mithin beide *ihrer Natur nach verschieden* seyn müssen, so gross auch sonst ihre Aehnlichkeit beim Brechen und Zurückwerfen ist; Versuche, welche den grössten Theil der vierten Abhandlung Herschel's, (*Philos. Transact.*, 1800, P. 3, No. 19, p. 437,) einnehmen, die ich aber übergehe, da man, (man sehe den nächsten Auffatz,) ihren Werth für die Physik nicht mit Unrecht zu bezweifeln scheint. *d. H.*

VII.

VERSUCHE

über Licht und Wärme, sammt einer Kritik der Herschelschen Untersuchungen über diese Gegenstände,

von

JOHN LESLIE. *)

London den 9ten Oct. 1800.

In der Besorgniss, die Autorität eines berühmten Namens möchte Meinungen Glauben verschaffen, von denen ich völlig überzeugt bin, dass sie ungegründet sind, halte ich mich für verpflichtet, gegen sie aufzutreten, und um so unbedenklicher zu behaupten, dass Herschel's Hauptsatz auf trüglichen Beobachtungen beruht, da ich mich lange mit ähnlichen Untersuchungen mit Hülfe eines Instruments beschäftigt habe, welches eine ohne dasselbe nicht zu erreichende Präcision gewährt. Man wird finden, dass dieser geschickte Astronom in den ihm neuen Untersuchungen sich weder eines hinlänglich feinen

*) Zusammengezogen aus zwei Briefen Leslie's in Nicholson's *Journal*, Vol. 4, pag. 344 und p. 416. Der erste dieser Briefe bezieht sich auf die beiden frühern Abhandlungen Herschel's in den *Annalen*, 1801, VII, 137, der zweite auf die beiden letztern Herschelschen Abhandlungen im vorhergehenden Aufsatze. *d. H.*

und empfindlichen Apparats bedient, noch gegen die zahlreichen und verborgnen Quellen von Irrthum hinreichend verwahrt hat, und wie leicht Männer von Talent in Gegenständen der Erfahrung sich missverstehn, besonders wenn sie sich über Analogie und anerkannte Thatsachen wegsetzen.

Schon in der Beschreibung meines *Photometers* *) habe ich mit wenigen Worten die optischen und chemischen Untersuchungen erwähnt, für die es durch seine ausserordentliche Empfindlichkeit vorzüglich geeignet ist, ohne mich dort auf das Detail und die Resultate meiner Versuche einzulassen, welche ich einem eignen Werke vorbehielt, an dem ich schon seit mehrern Jahren sammlte, und das ich von Jahr zu Jahr verschob, theils um meine Ansichten mehr zu erweitern und zu berichtigen, theils vielleicht aus einer gewissen Gleichgültigkeit gegen die Stimme des Publikums, die, in unserm Lande wenigstens, notorisch knechtisch und unüberlegt ist. Auch jetzt werde ich mich nicht auf mehr einlassen, als was unmittelbar zum Gegenstande der Untersuchung gehört.

Eine der ersten Untersuchungen, an die ich mich mit meinem Photometer machte, war, die relative Intensität verschiedner Farben mittelst ihrer Wirkungen auf Wärme zu bestimmen, welches zwar schon Franklin, Watson und andere, doch

*) Vergl. *Annalen der Physik*, V, 235, 254, und den folgenden Aufsatz. *d. H.*

auf eine viel zu rohe Art, verſucht hatten. Ich übermahlte zu dem Ende die abſorbirenden Kugeln zweier Photometer mit Waſſerfarben, und ſtellte, nachdem dieſe getrocknet waren, beide ſo neben einander, daſs ſie ein ſtetiges und gleichförmiges Licht erhielten, ohne von den zerſtreuten Strahlen des Himmels oder unmittelbar von der Sonne getroffen zu werden. Aus der Veränderung beider Photometerſtände ergab ſich das Verhältniſs der Lichtabſorption beider Farben, mithin auch das Verhältniſs ihres Vermögens, das Licht zurück zu werfen. Statt der Pigmente wurde zu vielen gefärbtes Seidenzeug genommen. War die Wirkung zweier Farben ſehr nahe dieſelbe, ſo bediente ich mich, um ihren Unterſchied ſichtbarer zu machen, eines Photometers, deſſen Kugeln gröſser als die gewöhnlichen waren, in einerlei Niveau ſtanden, und nach entgegengeſetzter Seite umgebogen waren; das Glasgehäuſe hatte die Geſtalt eines auf einem Cylinder ſtehenden Kugelſegments, gröſser als die Halbkugel. Wurden beide einander entgegen wirkende Kugeln mit den nahe auf gleiche Art wirkenden Farben überzogen, ſo zeigte ſich hier leicht der Unterſchied ihres Abſorptionsvermögens.

Dieſe Verſuche wurden auch dahin abgeändert, daſs ich die Sonnenſtrahlen unter einem beſtimmten Winkel auf farbige Flächen fallen lieſs, von denen ſie auf die dunkle Kugel eines Photometers zurückgeworfen wurden. Hierbei überraſchte mich die lebhafte Zurückwerfung vom *Roth*, die kaum der

von weiſsen Flächen nachſtand. *Blau*, und demnächſt *Grün*, reflectirten die geringſte Menge Licht. Es erklärten ſich hieraus mehrere Umſtände beim Gebrauche des Photometers. Den Strahlen der Sonne ausgeſetzt, ſteigt es in unſern Klimaten während der Sommermonate zu Mittage auf 100°; wird es gegen die directen Sonnenſtrahlen geſchützt, ſo ſteht es dann, wenn der Himmel mit fleckigen Wolken bedeckt iſt, gemeiniglich auf 70 oder 80°; dagegen bei heiterm azurblauen Himmel nur auf 10 bis 15°. Auf den Gipfeln hoher Berge möchte die Sonne noch glänzender ſeyn, dagegen das Himmelsgewölbe, das dort dunkler blau ſcheint, ein verhältniſsmäſsig ſchwächeres Licht verbreiten. Der *rothe* Glanz eines Feuers wirkt drei- bis viermahl ſtärker auf das Photometer als die Flamme eines Lichts, wenn beide gleiche ſcheinbare Gröſse hatten. Selbſt die Sprache, dieſe groſse Urkunde menſchlichen Denkens und Empfindens, beſtätigt dieſe Beobachtungen. Roth und Orange werden *warme* Tinten genannt; wir bewundern das *Brennende*, (*the glow*,) der italiäniſchen Landſchaften; das Scharlachroth iſt nach der gemeinen Empfindung glänzend und ſchreiend, das Grün ſanft, das Blau matt; und der angenehme Eindruck, den das Grün auf uns macht, unabhängig von der Ideenaſſociation mit Raſenflächen und Vegetation, iſt unſtreitig daraus zu erklären, daſs das Grün den dunkeln und abſorbirenden Schatten näher verwandt

ist, und minder intensives Licht wohlthätiger als Ueberfluss an Licht auf das Auge wirkt.

Bei einem flüchtigen Versuche im October 1797 zeigten die farbigen Räume des prismatischen Spectrums ähnliche Eigenschaften. Dieses sollte im nächstfolgenden Sommer genauer untersucht werden; allein, theils hinderte mich die Beschaffenheit unsers Himmels, der sich zu Mittag selten wolkenfrei, und ist dieses der Fall, doch fast immer wie mit einem Milchflore umgeben zeigt, welches dergleichen Versuche gar sehr erschwert, theils kam eine Reise durch das nördliche Europa dazwischen, so dass ich erst im vorigen Sommer wirklich dazu kam. Hinter einen horizontalen Einschnitt in dem Fensterladen wurde ein treffliches Prisma aus Flintglas so befestigt, dass es die grösste Farbenzerstreuung bewirkte. Ein 2 bis 3 Zoll langer Arm, der sich längs einer langen, mit einem Fusse versehenen Latte herauf und herab bewegen liess, trug das Photometer, und zugleich wenige Zoll davor einen kleinen beweglichen Schirm, der sich so stellen liess, dass er alle farbigen Strahlen, bis auf die zu untersuchenden, auffing. Das Photometer wurde gewöhnlich 2 Fuss vom Fenster gestellt, und von den neben dem Prisma einfallenden Strahlen hinlänglich erleuchtet, um den Stand desselben wahrnehmen zu können. Wenn man die Farbe über die schwarze Kugel sich hinbewegen liess, pflegte es in 2 bis 3 Minuten seinen Stand gehörig anzunehmen. Photometer von beiden Constructionen wurden mit

gleichem Erfolge gebraucht, und die Verfuche oft wiederhohlt. Aus ihnen erhellt im Mittel, dafs, wenn man das Farbenfpectrum in 4 gleiche Theile abtheilt, den blauen, grünen, gelben und rothen, die diefen entfprechenden Intenfitäten, oder Maafse von Wärmewirkung, 1, 4, 9, 16 Grade find, weshalb diefe Intenfitäten fich durch eine Parabel ausdrücken laffen, die auf die Tangente im Scheitelpunkte, als Abfciffenlinie, bezogen wird, wie Taf. II, Fig. 6, zeigt. Daraus kann man eine Menge artiger Sätze ableiten: z. B. dafs die Intenfität der durch das Prisma aus Flintglas abgefonderten rothen Strahlen dreimahl gröfser ift, als die des zufammengefetzten weifsen Strahls, indem der die Parabel ergänzende Raum $\frac{1}{3}$ des circumfcribirten Rechtecks ift; dafs die blauen Strahlen mehr als 5mahl fchwächer als die weifsen find; u. f. w. Ein Prisma aus einer andern Glasart könnte alles diefes jedoch etwas anders geben, wenn es eine vom Flintglafe verfchiedne Farbenzerftreuung hat. *)

*) Die achromatifchen Fernröhre geben einen entfcheidenden Beweis, dafs Brechbarkeit keine wefentliche Eigenfchaft der Lichttheilchen ift, fondern von ihrem eigentlichen Verhältniffe oder ihrer Verwandtfchaft zum brechenden Mittel abhängt. In was für einem Verhältniffe die verfchiednen Strahlen in den Sonnenftrahl eingehn, ift noch nicht beftimmt, und es läfst fich auch die Art nicht abfehn, wie diefes fo leicht gefchehn könnte. Es verdient bemerkt zu werden,

Während ich mich in Fifeshire mit diesen Beobachtungen beschäftigte, hörte ich etwas Unbestimmtes von der der Londner Societät mitgetheilten Abhandlung Herschel's, und prüfte sogleich die vorgeblichen Facta, mittelst eines Photometers, welches ich dicht neben das Farbenspectrum stellte. Allein ungeachtet es bis dicht an die Grenze der farbigen Strahlen gerückt wurde, *so zeigte sich doch weder über, noch unter, noch neben dem Farben-*

daſs Alles, was in Newton's optischen Entdeckungen von Werth ist, von ihm schon früh angekündigt wurde, aber so viel Widerspruch und Gleichgültigkeit fand, daſs ihm die Lust benommen wurde, seine Ideen umständlich bekannt zu machen. Erst am Ende seines Lebens nahm er diese Materie wieder auf, als sein Geist schon von Altersschwäche niedergedrückt wurde, und er auch seine apokalyptischen und ähnliche Schriften entwarf, die mit nicht geringerm Beifalle aufgenommen wurden. Hätte er seine Optik in einer frühern und glücklichern Lebensperiode geschrieben, so würde sie sicher nüchterner und mehr correkt seyn. Die siebenfache und musikalische Eintheilung des prismatischen Farbenspectrums ist ohne Grund, und ein Beweis des damahligen Hanges zum Mysticismus. Es ist gleich sonderbar und ärgerlich, noch immer die Theile dieses Systems, welche den meisten Einwürfen ausgesetzt, und durch die Theorie der achromatischen Fernröhre geradehin widerlegt sind, in populären Büchern wiederhohlt, und selbst von Schriftstellern eines höhern Ranges aufgenommen zu sehn. *L.*

ſpectrum die mindeſte Wirkung, obſchon dieſes Inſtrument die beſten Thermometer an Empfindlichkeit und Regelmäſsigkeit weit übertrifft. Wie zu erwarten war, äuſserte ſich hier eben ſo wenig eine Wirkung auf die feinſten Thermometer von verſchiedner Conſtruction, mit geſchwärzten oder durchſichtigen Kugeln, die bis auf Zehntelgrade eingetheilt waren. Hierbei zeigte ſich ein Umſtand, der, überſehn, zu groſsen Irrthümern führen kann. Läſst man das Farbenſpectrum auf das Geſtell fallen, ſo wird das Inſtrument, dieſer Stelle genähert, merklich afficirt, welches theils dem reflectirten Lichte, theils, und zwar vorzüglich, der Einwirkung der Wärme auf die Luft über der erleuchteten Fläche zuzuſchreiben iſt. Die Temperatur einer unvollkommen leitenden Ebene, wie Holz oder Pappe, muſs durch dieſen Zufluſs von Licht ungefähr 4mahl mehr, als die einer geſchwärzten Thermometerkugel, erhöht werden, da dieſe nur ſo viel Licht, als ein gröſster Kreis der Kugel, erhält, während die ganze viermahl gröſsere Oberfläche der Kugel von der kühlenden Luft berührt wird. Doch haben hierauf noch andere Umſtände Einfluſs. So wird in jedem Falle, wo das Inſtrument nicht völlig iſolirt, und von allen feſten Körpern, welche Licht zurückhalten, entfernt iſt, der Verſuch geſtört, ſo daſs es unter ſolchen Umſtänden, beſonders in einem kleinen Zimmer, kaum einmahl möglich iſt, eine gleichförmige Temperatur zu behalten.

Dieſes kann uns zum Schlüſſel zu Dr. Herſchel's *Miſsgriffen* dienen. Das erſte, was einigen Argwohn erweckt, ſind die groſsen Veränderungen ſeiner Thermometer unter dem prismatiſchen Farbenbilde, welche der des vollen Sonnenſtrahls kaum nachſtehn. Um die prismatiſchen Farben hinlänglich geſchieden zu erhalten, muſs der Sonnenſtrahl wenigſtens zu einer zehnmahl gröſsern Breite aus einander gebrochen werden, und es läſst ſich nicht denken, daſs ſo ſehr verdünnte Strahlen eine ſo beträchtliche Wirkung hervorbringen ſollten. In der That wurden auch nach Herſchel kleinere Thermometer minder afficirt. War die Wirkung lediglich einem Zufluſſe von Licht zuzuſchreiben, ſo konnte aber offenbar die Gröſse der Thermometerkugel darauf keinen Einfluſs haben, da in eben dem Verhältniſſe, worin die kleinern Thermometerkugeln den Strahlen eine kleinere Fläche darbieten, ſie auch mit der kühlenden Luft in weniger Berührung ſind. *) Schon die langſame Progreſſion in der Erwärmung vom Violett zum Roth, welche Herſchel fand, verglichen mit der in meinen Verſuchen, ſcheint die Mitwirkung eines äuſsern Einfluſſes darzuthun. Ueberdies empfängt eine geſchwärzte Thermometerkugel die volle Wirkung

*) Was Herſchel von gröſserer Abkühlung der kleinern, mittelſt auffſteigender Luftſtröme, *Ann.*, 1801, VII, 140, bemerkt, miſsverſteht Leslie, und übergehe ich. *d. H.*

kung meist schon in 1 bis 2 Minuten; Herschel's Thermometer scheinen sie aber erst in 10 bis 13 Minuten angenommen zu haben, welches gar sehr auf die Einmischung anderer Materien deutet, bei denen eine längere Absorption und grössere Anhäufung von Wärme, als in einer Quecksilberkugel statt finden. In der That nehme ich keinen Anstand, dem Tischchen, worauf die Thermometer gesetzt wurden, (*Annalen*, 1801, VII, 143,) die Störung in den Herschelschen Versuchen vorzüglich zuzuschreiben. Sie erhielten zwar nur einen Theil des Lichts, mussten aber dadurch, wie vorhin gezeigt ist, viermahl stärker als eine Thermometerkugel erwärmt werden, und sie theilten ihre Wärme der darüber stehenden Luftschicht mit.

Dieselben Bemerkungen leiten uns auf den Ursprung des Irrthums, auf welchem die paradoxe Vorstellung von *nicht-sichtlichem, brechbaren Lichte* beruht. Kaum liesse sich eine Art, die Versuche anzustellen, erdenken, die mehrern Einwendungen ausgesetzt wäre, als die, welche Herschel befolgte. Er befestigte das Prisma mit dem brechenden Winkel aufwärts, um das Farbenbild auf ein mit weissem Papiere überzognes Tischchen herab zu werfen, und setzte das Thermometer ein wenig ausserhalb der Grenze des rothen Lichts dicht über das Tischchen. *) Kein Wunder, dass in dieser Lage die Thermometerkugel merklich afficirt wur-

*) Man vergl. *Annal.*, 1801, VII, Taf. IV. *d. H.*

de, da ſie ſich in einer erwärmten Atmoſphäre befand, die ſich bis auf eine gewiſſe Weite über den erleuchteten Raum hinaus erſtreckt, ferner eine beträchtliche Menge der farbigen Strahlen auf ſie vom Papiere zurückgeworfen werden muſste, und endlich die Kugel ſich gerade in der über dem Tiſche erwärmten, aufſteigenden Luft befand. Sehr möglich, daſs dieſe vereinte Wirkung gröſser ausfiel, als wenn man die Kugel geradezu den rothen Strahlen ausſetzte, indem ſie dann die Strahlen auffing, welche an dem darunter befindlichen Holze die erhöhte Wärme angehäuft hatten. Aber warum ſetzt Herſchel das *Maximum* des nicht-ſichtbaren Lichts auf ½ Zoll jenſeits der Grenze des Roths? Bewegt auch dieſes Licht ſich nach geraden Linien? Divergirt es unter einem gewiſſen Winkel, oder hat es verſchiedne Grade von Brechbarkeit? Alle dieſe Fragen müſsten beantwortet werden. Und was hat endlich eine *nicht-ſichtbare* Materie mit der eigenthümlichen Structur der Oberflächen, welche Schwarz oder Weiſs begründet, zu thun?

Sollte dieſe umſtändliche Kritik noch Zweifel übrig laſſen, ſo würde das ganze Gebäude durch folgende einzige Thatſache vollends über den Haufen geworfen. Geſetzt, es habe mit ſolchen *nicht-ſichtbaren Wärmeſtrahlen* ſeine Richtigkeit, ſo würde der gröſste Effect eines Brennglaſes nicht im Focus deſſelben, ſondern eine merkliche Weite darüber hinaus ſtatt haben, und das Loch, welches es in ſchwarzes Tuch einbrennt, würde ſich nicht

auf das ſichtbare Sonnenbild beſchränken, ſondern rings umher darüber hinausgehn, und mehr als den doppelten Durchmeſſer haben.

Da dieſer Aufſatz ſchon allzu lang iſt, ſo laſſe ich mich nicht auf die Widerlegung einiger dunkler und wortreicher Argumente ein, womit Herſchel ſeine Sätze unterſtützt, und die mir gegen die Logik und die erſten Gründe der Dynamik zu verſtoſsen ſcheinen. Die Hypotheſe von nicht-ſichtbarem Lichte iſt übrigens nichts Neues. Scheele's ſtrahlende Wärme und Pictet's ſtrahlende Kälte leiteten darauf, und der verſtorbne Dr. Hutton trug ſie vor, oder nahm ſie an. Die Thatſachen, auf welche man ſie gründete, laſſen ſich indeſs aus den bekannten Lehren genügend erklären; ſie beſteht nicht mit einer genauen Metaphyſik; und nicht-ſichtbarem Lichte eine Brechbarkeit zuzuſchreiben, überſchreitet alle Grenzen der Wahrſcheinlichkeit. Jene Hypotheſe war bis auf einen gewiſſen Grad plauſibel und anlockend. Die kleine Verbeſſerung, dem nicht-ſichtbaren Lichte auch eine gewiſſe Brechbarkeit beizulegen, löſte den Zauber, indem ſie dadurch ungereimt wurde. Iſt nicht das Auge ſelbſt ein zuſammengeſetztes Prisma, und iſt nicht der optiſche Nerve in ſeiner Verbreitung ſo eingerichtet, mittelſt der durchſichtigen Feuchtigkeiten und Häute Eindrücke zu erhalten und die ihnen entſprechenden Senſationen zu erzeugen? Dieſes ſind aber lediglich Senſationen von Licht. Die Empſindungen von Wärme ſind keiner Nervenklaſſe ausſchlieſs-

lich eigen: daher ist Brechbarkeit correlativ mit Sehen, und *nicht-sichtliches brechbares Licht* scheint eine *Contradictio in adiecto* zu seyn.

Schliesslich glaube ich Ihren Lesern zwei Werke von hohem Verdienste empfehlen zu müssen: Bouguer's *Traité d'Optique* und Lambert's *Photometria*. Das Publikum hat ein Recht, zu fordern, dass Schriftsteller ihre Vorgänger studiren. Wir müssen aus christlicher Liebe glauben, dass manche der neuesten Schriftsteller dieses mit den erwähnten trefflichen Werken nicht gethan haben, die sie manches unnützen Versuchs und manches Irrthums überhoben haben würden.

London den 17ten Nov. 1800.

Mit einigem Widerwillen nehme ich meine Kritik wieder auf, da mir, als ich das Vorige schrieb, die dritte Abhandlung Herschel's, (S. 68,) noch nicht bekannt war, und sie neue Schwierigkeiten oder vielmehr Trugschlüsse aufstellt. Die Arbeit des Kritisirens ist meist ein trauriger Zeitverlust, gleich mühevoll und unrühmlich, und indem ich Thatsachen und Schlüsse angreifen muss, für welche eine grosse Autorität spricht, laufe ich Gefahr, von manchem der Keckheit und Anmaßsung beschuldigt zu werden. Doch setze ich mich gern über alle Bedenklichkeiten weg, wenn, wie im gegenwärtigen Falle, durch Aufdeckung von Irrthümern eben so viel Verdienst um die Wissenschaft,

als durch neue Erfindungen zu erlangen ist. Glücklicher Weise bedarf es hierbei keiner weitläufigen Discussionen, da meine vorigen Einwürfe noch in ihrer ganzen Stärke bestehn, und ich keinen Grund finde, einen einzigen derselben zurückzunehmen oder zu verbessern.

Die fernern Herschelschen Versuche, (S. 70 f.,) enthalten wenig Eigenthümliches. Die meisten dienen, längst bewiesene und allgemein bekannte Thatsachen zu erhärten. — — Herschel beugt sich ehrfurchtsvoll vor der mystischen Zahl *sieben*, dem Sprössling der Astrologie. Das Licht besteht nicht bloss aus sieben einfachen Strahlen, sondern jeder Strahl hat auch sieben Eigenschaften; so auch der Wärmestrahl. Die Parallele zwischen sichtbaren und unsichtbaren Strahlen endigt mit einem sonderbaren Contraste, vermöge dessen, den gemeinen Vorurtheilen entgegen, Licht *nicht* Hitze, Hitze aber *wohl* Licht erzeugen kann. Von 20 umständlich mitgetheilten Versuchen haben es 16 gar nicht mit der streitigen Frage zu thun, sondern lediglich mit der Wärme von Lichtstrahlen, die im Brennpunkte eines Spiegels oder einer Glaslinse condensirt sind, oder mit der Wärme, die durch convergirende Reflexion von einer erhitzten Masse, oder von einer benachbarten leuchtenden Substanz angesammelt wird. In allem diesem sehe ich nichts Neues oder Beweisendes. Nur dass es Herscheln beliebt, das Wort: Wärme, für Licht zu setzen, und diese leichte Verwechselung wirkt gleich einem ma-

gischen Zauber. Jede Eigenschaft der Lichtstrahlen kömmt seitdem ausschliesslich den unsichtbaren Wärmestrahlen zu, und wird so eine unmittelbare Stütze seiner Lieblingshypothese; ein Verfahren, welches keiner ernstlichen Widerlegung bedarf.

Versuch 7 und 8, in welchen die nicht sichtbaren Sonnenstrahlen zurückgeworfen und condensirt werden sollen, haben nichts Merkwürdiges als die Ueberschrift. Ich glaube hinlänglich dargethan zu haben, dass diese imaginären nicht-sichtbaren Sonnenstrahlen nichts anderes als die erwärmte Luft sind, welche einen erleuchteten Körper umgiebt; mithin muss auch diese Wärme, gleich aller andern, durch Zurückwerfung condensirt werden können. — Folgender einfache Umstand schien mir immer gegen die Anhänger der strahlenden Wärme entscheidend zu seyn. Es ist bekannt, dass Lichtstrahlen, die durch ein gleichförmiges Medium hindurchgehn, durch die heftigsten Bewegungen dieses Mittels nicht im mindesten in ihrem geradlinigen Gange gestört werden. Ganz anders verhält es sich mit der sogenannten strahlenden Wärme. Die Versuche, auf welchen sie beruht, gelingen bloss in einer zugemachten Stube und in sehr mässigen Entfernungen von der Quelle der Wärme. Offenbar muss also die wärmende Materie sich mittelst eines so schwachen Stosses rings umher verbreiten, dass sie in ihrem Durchgange durch die Luft gehemmt wird und durch zufällige Bewegung derselben in Unordnung geräth. Verbreitete sich die angebliche strahlende

Wärme mit einer Geſchwindigkeit, welche mit der des Lichts, oder ſelbſt nur der Kanonenkugel, irgend vergleichbar wäre, ſo würde ſie auch in freier Luft ihren Gang genau beibehalten, und auch in ihr ſich mittelſt Hohlſpiegel bis auf beliebige Weiten concentriren laſſen. Da dieſes nicht der Fall iſt, ſo kann die wärmende Materie, worin ſie auch beſtehe, ihrer Natur nach ſchwerlich viel feiner, und in ihrer Verbreitung ſchwerlich viel ſchneller ſeyn, als die atmoſphäriſche Luft.

Verſuch 17, 18, 19, 20 ſind die einzigen, welche eine genauere Prüfung verdienen, da ſie für Herſchel's paradoxe Meinung zu ſprechen ſcheinen. In Verſuch 17 wurde das prismatiſche Farbenſpectrum auf einen Halbkreis von Pappe, der eine Glaslinſe zur Hälfte bedeckte, ſo geworfen, daſs lediglich die *nicht-ſichtbaren Strahlen*, welche über das Rothe hinaus liegen ſollen, auf den unbedeckten Theil der Linſe fielen; und hier gaben ſie eine Wärme von 45°. Welche Sorgfalt und Genauigkeit auf dieſen Verſuch gewendet wurden, zeigt der Umſtand, daſs die Thermometerkugel in einem röthlichen Teint erſchien; wodurch indeſs nur die Liebe zum Wunderbaren des Experimentators ſich ſtärker entflammte, der nun in Ernſt meinte, *unſichtbare* Strahlen möchten wohl durch Condenſiren oder Zuſammenhäufen *ſichtbar* werden, ungefähr wie ein träumender Platoniker oder Viſionär unſrer Tage die neue und wichtige Entdeckung ankündigte, durch Addition von *Nichts* entſtehe

Etwas. Als der Verſuch mit etwas mehr Sorgfalt wiederhohlt wurde, fand ſich dieſes nicht, ſondern das Thermometer im Brennpunkte ſtieg jetzt nur um 21°, kaum halb ſo viel als zuvor. Wie hatte ſich denn aber der Experimentator verſichert, daſs Pappe *alles* darauf fallende Licht auffängt? Billig hätte man doch da, wo der Verſuch dienen ſoll, eine Meinung darzuthun, die unſern Begriffen ſo ſehr entgegen iſt, alle mögliche Vorſicht brauchen, und alle Umſtände auf das ſorgfältigſte prüfen müſſen. Herſchel verläſst ſich dagegen getroſt darauf, Pappe ſey ein vollkommnes Diaphragma; und hieraus mag man die Vorſicht, womit er ſeine Verſuche anſtellte, beurtheilen. — Gewöhnliches Schreibpapier läſst, meinen Verſuchen zufolge, die Hälfte des ganzen darauf fallenden Lichtkegels hindurch. Geſetzt, Herſchel's Pappe, (deren Art er auch nicht weiter anzeigt,) habe bloſs ein Sechstel der darauf fallenden Lichtſtrahlen hindurch gelaſſen, ſo reichten dieſe zu dem bemerkten Erfolge hin.

Verſuch 19, welcher die Brechung der nichtſichtbaren Wärme eines heiſsen Eiſenſtabes darthun ſoll, beweiſt gar nichts. Die Wärme deſſelben verbreitete ſich, indem er ſich abkühlte, durch die benachbarten Körper, und brachte ſo das Thermometer um 1 oder 2° zum Steigen. Daſs die Kugel, ſo oft ein kleiner Schirm davor geſetzt wurde, in ihrer Temperatur ſinken muſste, lieſs ſich ohne groſsen Scharfſinn vorherſehn, und bedurfte nicht erſt eines Verſuchs. In Verſuch 20, als ein zweites

Thermometer neben diesem hinter der Linse stand, stimmten beide in ihren Veränderungen, so oft der Schirm vor die Linse gebracht und wieder fortgenommen wurde, ziemlich überein. Ein Unterschied von etwa $\frac{1}{4}$° im Stande beider, war doch wahrlich zu klein, um daraus etwas mit Sicherheit zu schliessen. Mit welchem Vertrauen stellt indess nicht Herschel seine übereilte Schlussfolge auf: „Alles dieses bestätige die Brechung der Wärme mittelst der Linse so unläugbar, dass man offenbar annehmen müsse, dass von heissem Eisen gänzlich unsichtbare Strahlen ausgehn, die mit dem Vermögen zu wärmen begabt, und bestimmten Gesetzen der Brechung unterworfen sind, welche mit denen des Lichts sehr nahe zusammen stimmen.“ Es ist fürwahr zu verwundern, wie man einmahl von einer Lieblingsidee eingenommen, sie bei jedem Schritte vor Augen hat, und sich martert, jeden noch so kleinen Schein in einen Beweisgrund dafür umzuwandeln.

In einem *vierten Aufsatze*, welchen Herschel der Londoner Societät vorgelesen hat, verfolgt er seine Materie mit gleicher einförmiger Weitschweifigkeit. Dieser Aufsatz besteht grösstentheils aus Versuchen über die *Lichtmenge, welche gefärbte Gläser durch sich hindurch lassen.* (Vergleiche Seite 68 und 87.) In physikalischer Hinsicht sind indess solche Versuche ohne Werth, wenn nicht alle Umstände aufs genaueste angegeben werden; und sie übersieht Herschel gänzlich. Die Dicke,

die Mischung der Gläser, und die Intensität ihres Schattens, (*Shade*,) sind dabei von wesentlichem Einflusse; die hindurch gelassnen Farben hätten, um ihre Tiefe zu bestimmen, mit der von Lambert, Achard und Bürja verbesserten Farbenpyramide Mayer's verglichen werden müssen; und endlich war dabei auf die veränderliche Kraft der Sonnenstrahlen nach der Höhe der Sonne und dem Luftzustande, (besonders ihrer Feuchtigkeit,) Rücksicht zu nehmen, da ich in der Kraft des Sonnenlichts zu Mittag auf einander folgender Tage, bei anscheinend heiterm Himmel, sehr beträchtliche Unterschiede gefunden habe. Bei sehr hellen und sehr dunkeln Farben läfst sich der Grad ihrer Erleuchtung wohl sehr gröblich mit dem Auge schätzen; diese aber allgemein mit Präcision durch ihren Contrast im Auge bestimmen zu wollen, scheint unausführbar, wo nicht selbst ungereimt zu seyn. Wie genau kann auch wohl z. B. eine Vergleichung zwischen Grün und Roth ausfallen, die genau genommen, nicht minder heterogene Dinge als Geschmack und Geruch sind. Was die Schwierigkeit noch grösser macht, ist, dafs sich aus der Farbe des Mediums, durch welches das Licht geht, nicht immer auf die Farbe des hindurchgegangnen Lichts schliefsen läfst. So z. B. erscheint Sonnenlicht, das durch Pappe, Elfenbein oder weifses Email geht, je nachdem diese dicker sind, unter allen Nüancen von Gelb bis zum tiefen Roth. Doch, wollen wir auch diese Versuche Herschel's als durchaus genau annehmen,

ſo geben ſie doch nicht den mindeſten Beweis für ſeine oder irgend eine andere Hypotheſe.

In dieſem Schluſsaufſatze verdient nur eine einzige Stelle Bemerkung. Herſchel will darin im voraus eine Folgerung entkräften, welche auch ich im Vorigen als einen unwiderlegbaren Einwurf gegen ſein Syſtem aufgeſtellt habe: daſs nämlich, dieſem Syſteme zufolge, ein *Brennglas* nicht im Lichtfocus, ſondern etwas dahinter, am ſtärkſten wirken müſſe. Herſchel ſtellte darüber einen Verſuch, (Verſuch 23, Seite 86,) an, in welchem dieſes in der That der Fall ſeyn ſollte, bemerkt jedoch dabei, und das ſehr mit Wahrheit, es ſey ein *ſchlechter* Verſuch. Der Leſer wird ſelbſt beurtheilen, welche Rückſicht er nach einem ſolchen Bekenntniſſe verdient. Iſt es wohl wahrſcheinlich, ja nur möglich, daſs ſo viele geſchickte Phyſiker, die ſich vor einem Jahrhundert mit Vervollkommnung der Brenngläſer und mit Verſuchen im Brennpunkte derſelben beſchäftigten, ein ſo leicht bemerkbares und am Tage liegendes Factum überſehn haben ſollten? Ueberhaupt ſchlüpft Herſchel gar leicht über die Hauptſachen weg, worauf es bei ſeiner Meinung ankam, und verweilt ſich mit kleinlicher Umſtändlichkeit bei Sachen, die jedermann bekannt ſind. Hätte er doch ſeinen Skepticismus bis auf ſeine eignen Verſuche und Meinungen ausgedehnt!

Ich ſchlieſse hiermit dieſe Controverſe, wie ich hoffe, für immer. Ohne Herſchel's Wahrhaftigkeit im mindeſten in Zweifel zu ziehn, glaube

ich gezeigt zu haben, daſs ſeine Behauptungen nicht bloſs mit allen unſern gemeinen, am beſten begründeten Begriffen, ſondern auch mit Beobachtungen, die unter beſondern Vortheilen angeſtellt wurden, in Widerſpruch ſtehn; daſs Herſchel's Verſuche ohne viel Ueberlegung unternommen, ohne Vorſicht ausgeführt, und in vieler Hinſicht ungenau ſind; daſs ſein Raiſonnement, ſo viel Kühnheit es auch athmet, noch mangelhafter iſt; daſs ſeine letzten Verſuche die gröſsten Schwächen bloſs geben, nimmt er dabei gleich einen ſehr zuverläſſigen Ton an; daſs bei weitem die meiſten derſelben in keinem Zuſammenhange mit der ſtreitigen Frage ſtehn, und damit lediglich durch eine ſophiſtiſche Namenverwechſelung verwebt werden, und daſs die wenigen, die ſich in der That darauf beziehn, von ſo dunkler und zweifelhafter Art ſind, daſs ſie keine Evidenz und Gewiſsheit zu geben vermögen. Alle zuſammen mögen eine Zeit lang gemeine Neugierde befriedigen, werden aber gewiſs ſehr bald in Vergeſſenheit ſinken. Es ſollte mir Leid thun, wenn ſich Dr. Herſchel durch meine Kritik beleidigt fände. Habe ich frei geſprochen, ſo geſchah es ſo, wie Ueberzeugung und Liebe zur Wahrheit es mir eingaben. Bloſse Autorität kann für die Wiſſenſchaft, läſst man ſie aufkommen, die traurigſten Folgen haben. Wie hinderlich war nicht ihren Fortſchritten das Anſehn, in welchem Ariſtoteles und Descartes ſtanden; ja, ſelbſt in einigen Punkten der ehrwürdige Name Newton's! Ich achte

Herſchel's Talente, bewundere ſeine aſtronomiſchen Entdeckungen, und ich bin überzeugt, daſs England bei ſeinem wiſſenſchaftlichen Verfalle die Einfuhr fremden Genies bedarf, und ſich dadurch ehrt, daſs es deſſen zweites Vaterland wird. Kann ich einige ſeiner neueſten Speculationen nicht gleichmäſsig billigen; ſo bedenke ich, daſs ſelten Männer ihre eignen Kräfte richtig zu ſchätzen wiſſen. Indem ſie ſich an neue Gegenſtände wagen, vermögen ſie nicht immer, ſich die Kenntniſs, Präciſion und Vorſicht ſogleich zu erwerben, welche nur die Frucht der Erfahrung und unermüdeter Anſtrengung ſind.

VIII.

VERGLEICHUNG

*des Leslieschen Hygrometers**) *mit dem Haar- und Steinhygrometer unter der Dunstglocke, nebst einem Vorschlage zu Verbesserung jenes Thermo-Hygrometers,*

von

M. A. F. Lüdicke
in Meissen.

Da Herr Leslie, so viel ich weiss, seine fortgesetzten Beobachtungen noch nicht bekannt gemacht hat; so wird gegenwärtige Vergleichung nicht ganz überflüssig seyn, welche ich mit seinem *ersten* Hygrometer oder dem doppelten Thermometer, (*An-*

*) Man sehe: John Leslie's Beschreibung eines Hygrometers, welches auf richtigern Grundsätzen als alle bisherigen beruht, und eines neuen Photometers, in den *Annalen der Physik*, V, 235 f. „Dieser Aufsatz", (sagt Herr Lüdicke in einem seiner Briefe,) „machte mich auf das neue Hygrometer sehr aufmerksam, und bestimmte mich zu vielen Versuchen, von denen ich, mit Unterdrückung der übrigen, nur diejenigen hier mittheile, welche die Brauchbarkeit und Güte des Instruments am überzeugendsten darthun. So viel ich es jetzt kenne, ziehe ich das doppelte Thermometer allen andern Hygrometern vor." *d. H.*

nalen, V, 242,) angeſtellt habe. Seinem *zweiten* Inſtrumente, welches ihm zugleich als Photometer dient, habe ich noch keine einigermaſsen ſichere Scale geben können, weil der Barometerſtand ſehr vielen Einfluſs auf daſſelbe hat. *) Zu jenem Hygrometer erwählte ich zwei Spiritus-Thermometer mit ſehr feinen Röhren, welche mit ſchwefelſaurer Indigoauflöſung gefüllt, und deren Grade ſo groſs waren, daſs jeder in 10 Theile getheilt werden konnte. Die Röhre des einen war in der Nähe der Kugel hinlänglich krumm gebogen, damit deſſen Kugel unter die Kugel des andern Thermometers gerichtet werden konnte. Beide Thermometer hatte ich in ſehr vielen Graden mit einem Queckſilber-Thermometer ſo wohl, als unter ſich ſelbſt verglichen; deſſen ungeachtet fanden ſich noch kleine Unterſchiede von 0,1 bis 0,2 Grad, welche, weil eine Röhre etwas feiner war, wohl der gröſsern Adhäſion der Flüſſigkeit an das Glas zuzuſchreiben iſt. Die untere Kugel an der krummen Röhre hatte ich mit feinem Druckpapiere belegt, und das gan-

*) Auch als Photometer iſt daher bis jetzt dieſes aus zwei Luftthermometern zuſammengeſetzte Werkzeug ſchwerlich zu empfehlen; vielleicht möchten zu dieſer Abſicht ebenfalls zwei übereinſtimmende Spiritus-Thermometer, wovon das eine mit ſehr reinem ungefärbten Weingeiſte, das andere aber mit ſehr dunkler oder wenig verdünnter Indigoauflöſung gefüllt iſt, vorzuziehn ſeyn. *L.*

ze Instrument war mit einem Fuſse verſehen, damit es unter die Dunſtglocke geſtellt werden konnte.

Das hierbei gebrauchte *Haarhygrometer* hatte die im 3ten Stücke des erſten Bandes der *Annalen* beſchriebne Einrichtung; der feuchte Punkt fiel in $33\frac{3}{4}$ Grad bei 14 Grad Wärme, und der trockne Punkt war ungefähr — 6.

Das *Steinhygrometer* war mit einem Steine von der 127ſten Steinſorte verſehen, deren Gang im 1ſten St. des 5ten Bandes der *Annalen* beſchrieben worden. Der feuchte Punkt fiel in den 46ſten Grad, und der trockne in 0. Das Queckſilber-Thermometer hatte die reaumüriſche Eintheilung.

Ich hätte gewünſcht, alle 5 Inſtrumente auf einmahl beobachten zu können; da aber die Glocke hierzu nicht weit genug war, ſo muſste ich mich mit 4 Inſtrumenten begnügen, und daſſelbe einmahl mit dem Haar-, ein anderes Mahl aber mit dem Steinhygrometer vergleichen. Bei dem Leslieſchen Hygrometer iſt No. 1 das Thermometer mit der geraden Röhre, und No. 2 das mit der krummen Röhre und mit belegter Kugel. Ehe die Kugel des letztern benetzt worden war, ein Paar Minuten vor der Bedeckung mit der Glocke, ſtanden beide Thermometer auf 15 Grad.

1.

Erste Tafel.

Zeit.		Thermom.	Haarhygr.	Leslie. No. 1.	Leslie. No. 2	Unterschied.
8 U.	30′	15	12	15	14	1
	35′	14½	23	14,5	13,2	1,3
	40′	14½	28½	14,5	13,2	1,3
	45′	14⅔	29⅓	14,7	13,3	1,4
	50′	15	30	15	13,5	1,5
	55′	15	30⅓	15	13,6	1,4
9		15	30½	15,2	13,8	1,4
	5′	15⅓	30½	15,2	13,8	1,4
	15′	15½	30⅔	15,6	14,2	1,4
	20′	15½	31	15,7	14,4	1,3
	30′	15¾	31⅓	15,9	14,7	1,2
	35′	15¾	31⅔	15,9	14,85	1,05
	40′	15¾	32	15,9	14,95	0,95
	50′	15¾	32½	15,9	15,	0,9
	55′	15¾	32⅔	15,8	15,	0,8
10		15½	33	15,7	14,95	0,75
	5′	15½	33	15,6	14,85	0,75
	10′	15½	33¼	15,5	14,75	0,75
	15′	15½	33¼	15,4	14,7	0,7
	20′	15¼	33¼	15,3	14,6	0,7
	25′	15	33¼	15,2	14,55	0,65
	30′	15	33¼	15,1	14,45	0,65
	35′	15	33¼	15,05	14,4	0,65
	45′	15	33½	15	14,35	0,65
	50′	15	33½	14,95	14,35	0,6
11		15	33¼	14,95	14,45	0,5
	5′	15	33	15	14,5	0,5
	10′	15	32⅔	15,05	14,55	0,5
	15′	15	32½	15,05	14,55	0,5
	20′	15	32½	15,1	14,6	0,5
	25′	15	33	15,2	14,7	0,5
	30′	15	33	15,2	14,7	0,5
	40′	15	33¼	15,2	14,7	0,5
12		15	33¼	15	14,5	0,5
	20′	14¾	33¼	14,8	14,35	0,45
	40′	14½	33½	14,5	14,2	0,3
2	10′	13⅔	33⅔	13,7	13,4	0,3
3		13¼	33	13,3	13,05	0,25
	30′	13	33	13,2	13,	0,2

Zeit.		Thermom.	Haarhygr.	Leslie. No. 1.	Leslie. No. 2.	Unterschied.
	45″	13½	32¼	13,7	13,2	0,5
	50′	14	32	14	13,45	0,55
4 U.		14½	31⅞	14,6	14	0,6
	6′	15	31¾	15	14,4	0,6
	15′	15½	31⅔	15,6	15	0,6
	20′	15⅔	32	15,8	15,2	0,6
	30′	15⅔	32¾	15,8	15,4	0,4
	35′	15½	33¼	15,7	15,3	0,4
	40′	15⅓	33½	15,4	15,1	0,3
	45′	15	33⅔	15	14,75	0,25
	53′	14	33¾	14	13,75	0,25
5	30′	12½	33	12,5	12,3	0,2

Das Leslie'sche Hygrometer zeigte alſo um 3 Uhr 30 Min. die höchſte Feuchtigkeit der Luft an; da das Haarhygrometer hingegen, wenn man die Wärme in Betrachtung zieht, den höchſten Punkt ſchon um 10 Uhr 10 Minuten, alſo 5 Stunden früher, erreicht hatte. Hieraus möchte folgen, daſs das Haar ſich zu zeitig mit Feuchtigkeit ſättige, und daſs daſſelbe ſchon geſättigt ſey, ehe die Luft ihren Sättigungspunkt erreicht habe.

Aus den nach 3 Uhr 30 Minuten zunehmenden Unterſchieden bei zunehmender Wärme, ergiebt ſich auch hier die bekannte Bemerkung, daſs ſich ein Theil des in der Luft aufgelöſten Waſſers, bei zunehmender Wärme, ſo mit der Luft vereinigen könne, daſs es nicht mehr auf den Feuchtigkeitsmeſſer wirkt.

Zweite Tafel.

Zeit.		Thermom.	Steinhygr.	Leslie. No. 1.	Leslie. No. 2.	Unterschied.
7 U.	32′	13	19	13,	12,4	0,8
	45′	13½	20	12,4	11,4	1,0
	55′	13	20	12,8	11,4	1,4
8	15′	13	22	13,1	11,8	1,3
	30′	13	23	13,2	12,	1,2
	45′	13	24	13,2	12,2	1,0
9		13	25	13,2	12,4	0,8
10	15′	12½	29	12,8	12,5	0,3
11	45′	12	33	12,3	12,05	0,25
12	45′	12	35½	12,45	12,2	0,25
3	45′	12	40	12,1	11,9	0,2
4	20′	12½	41	12,6	12,4	0,2
7	30′	12	44	12,2	12,1	0,1
10		11⅔	46	11,8	11,7	0,1

Da ich von 7½ bis 10 Uhr abgerufen wurde, so kann ich nicht genau die Zeit angeben, wenn der Stein den feuchten Punkt erreicht habe; jedoch kann dieses nicht eher als ungefähr um 8½ Uhr geschehen seyn. Solchemnach wäre dieser Stein viel langsamer, als andere Steine dieser Sorte gegangen, da er alle Feuchtigkeit, die er fassen konnte, erst in 13 Stunden angenommen hätte. Eine Ursache dieses langsamern Ganges ist gewiss die Wärme, deren Veränderung bei vorhergehender Reihe Beobachtungen 3¼, und bei dieser Reihe nur 1⅓ Grad betrug, weil die Luft selbst, nach Maassgabe des Leslieschen Hygrometers, ihren Sättigungspunkt um 5 Stunden später, als vorhin, erreichte.

Das Steinhygrometer erreicht zwar den höchsten Punkt der Feuchtigkeit um ungefähr 2 Stunden später, als das Thermo-Hygrometer, scheint aber

mit demselben viel übereinstimmender zu gehen, als das Haarhygrometer.

Das Thermo-Hygrometer, welches ich hier gebraucht habe, hat noch Unvollkommenheiten, welche dessen Gebrauch sehr erschweren. Es läfst sich nämlich als Spiritus-Thermometer in der hier erforderlichen Genauigkeit nicht mit Quecksilber-Thermometern vergleichen. Das Thermometer mit der belegten Kugel steht, wenn das Papier auch völlig trocken zu seyn scheint, um einige Zehntheile niedriger, als vorher. Die Feuchtigkeit in dem Papiere, welche in trockner Luft oft in einer halben Stunde und noch eher abdunstet, kann bei aller Behutsamkeit wegen Annäherung der Hand ohne Aenderung des Thermometerstandes nicht ersetzt werden, wenn auch das Wasser genau die Temperatur der Luft haben sollte. Ich schlage daher folgende Einrichtung vor, wie ich sie Fig. 8, Taf. I, in dem vierten Theile ihrer Gröfse angegeben habe.

ab und *ce* sind zwei feine Thermometerröhren, ungefähr 18 bis 20 Zoll lang, damit sie 50 reaumürische Grade, 30 über 0, und 20 unter 0, enthalten, welche wenigstens $\frac{1}{3}$ Zoll grofs sind, um sie in 10 Theile theilen zu können. Viel besser und deutlicher für das Auge wird es seyn, wenn man die Grade über $\frac{1}{2}$ Zoll grofs, und die Röhren über 25 Z. lang nehmen kann. Die Röhre *ce* ist bei *e* krumm gebogen, und hat eine Kugel, welche, nachdem sie gröfser, als nöthig, geblasen worden, oben wieder eingezogen ist, und also oben eine hohle Schale

bildet, welche das Abdunstungswasser aufnimmt. Die Scale des Thermometers *ab* ist auf ein hinteres Brett fest gemacht, und die Scale des Thermometers *ce* läfst sich auf diesem Brette zwischen der ersten Scale und der Leiste *fg* verschieben. Beide Thermometer werden mit Quecksilber gefüllt. Es müssen daher die Röhren von der feinsten Art, und die Kugeln grofs genug seyn, damit sie Grade von obiger Gröfse geben. Während der vergleichungsweisen Bestimmung beider Thermometer mit einem andern richtigen Thermometer wird die Scale *ee* so weit hinauf geschoben, bis die Schale der Kugel *d* die Kugel *b* einschliefst; bei dem Gebrauche aber wird die Scale so weit herunter geschoben, dafs der Raum zwischen beiden Kugeln etwa ¾ Zoll beträgt, worauf die Schale mit Wasser gefüllt wird. Da das in der Schale enthaltne Wasser kaum in einem halben Tage abdunstet, so wird man sie nur 2mahl des Tages anzufüllen nöthig haben.

XI.

Aus einem Schreiben des Herrn Dr. Benzenberg.

Hamburg den 27sten Nov. 1801.

Unſre Beobachtungen über die Sternſchnuppen, (*Annalen*, IX, 370,) ſind jetzt geſchloſſen. Das Wetter war ſehr ungünſtig; doch iſt unſre Bemühung nicht ohne Erfolg geblieben, und hat uns correſpondirende Beobachtungen verſchafft, deren Reſultate bei den ſehr groſsen Standlinien ſehr genau ſeyn müſſen. Herr Dr. Pottgieſser in Elberfeld hat uns treffliche Beobachtungen mitgetheilt; dieſe ſind jetzt in Rechnung. — —

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, ZWEITES STÜCK.

I.

SCHREIBEN
des Herrn Dr. Martinus van Marum
an Herrn Alex. Volta,
Professor zu Pavia,
über
die Versuche mit der electrischen Säule,
welche er und der Prof. Pfaff *in dem Teylerschen Laboratorium zu Harlem im Nov. 1801 angestellt haben.* *)

Mein Herr!

Herr Pfaff, der auf seiner Rückreise von Paris nach Kiel den 8ten November hier eingetroffen ist, hat mir Ihren Brief vom 22sten October zugestellt, worin Sie mir den Vorschlag thun, mit ihm, mittelst der bekannten Apparate des Teylerschen Museums, einige Versuche im Grossen über die Me-

*) Aus der Handschrift des Hrn. Dr. van Marum übersetzt vom Herausgeber.

tall-Electricität der von Ihnen erfundnen Säule zu unternehmen, welche einige Physiker sehr uneigentlich eine *galvanische Säule* nennen. Ich habe mich dazu sogleich bereitwillig erklärt; Ihr Vorschlag war mir gerade in diesem Augenblicke um so angenehmer, da ich selbst seit einigen Tagen meine Untersuchungen über die Electricität Ihrer Säule nach einem Plane wieder aufgenommen hatte, den ich mir, einer von mir entworfnen *Theorie* Ihrer Säule gemäss, (welche ich auch Herrn Pfaff mittheilte,) vorgezeichnet hatte. Zwar war ich, nach dem, was ich selbst im Juli an einer Säule von grosser Oberfläche bemerkte, und was Sie mir in Ihrem Briefe vom 29sten August von Ihren Versuchen mitzutheilen die Güte gehabt haben, beinahe völlig überzeugt, dass die Wirksamkeit der Säule lediglich electrisch ist; doch wich meine Theorie dieser Wirkungen von der Ihrigen ab, welche mir Herr Pfaff, Ihrem Auftrage gemäss, mittheilte. Um mit den Apparaten, welche unter meiner Direction stehn, auch jetzt, wie bisher, so viel als möglich zur Beförderung der Wissenschaft beizutragen, lud ich Herrn Pfaff, nachdem ich mich von seinem Eifer und seiner Kenntniss überzeugt hatte, auf Ihre Empfehlung ein, hier einige Tage zuzubringen, um mit mir, mit Hülfe der Apparate des Teylerschen Museums, und durch Versuche, die wir so viel als möglich ins Grosse treiben wollten, Ihre und meine Theorie in allen Beziehungen zu prüfen. Wir haben zehn volle Tage hierauf zugebracht. Das Anfertigen

einiger neuen Apparate, welche wir für nöthig hielten, und ein anderer Umſtand, veranlaſsten eine Unterbrechung von 3 Tagen. Wir endigten unſre Verſuche am 20ſten; und da Herr Pfaff Tags darauf abreiſte, ſo eile ich, Ihnen ſogleich die Reſultate unſrer Unterſuchungen mitzutheilen.

Ich fange mit der Beſchreibung des Verſuchs an, den Sie mir vorzüglich empfohlen haben, d. h., mit der *Ladung einer ſehr groſsen Batterie durch eine einzige ſehr kurze Berührung mit der Säule.* Wir bedienten uns dazu eines Theils der groſsen Teylerſchen Batterie von 100 Flaſchen, jede zu $5\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Belegung, welche Sie in der zweiten Fortſetzung meiner Verſuche mit der Teylerſchen Electriſirmaſchine beſchrieben finden. *) Da wir beſorgten, die Dicke des Glaſes, die im Durchſchnitte ungefähr 1 Linie beträgt, könne die Ladung durch eine Electricität von ſo geringer Spannung, (*tenſion,*) als die Ihrer Säule iſt, verhindern, ſo verſuchten wir zuerſt, eine einzige der Batterieflaſchen, und da dieſes vollkommen gelang, noch 25 andere, einzeln durch die Säule zu laden. Nur eine einzige lud ſich nicht gehörig, wahrſcheinlich weil ihr Glas zu dick war.

Von dieſen 25 Flaſchen, die ſich einzeln gehörig luden, verbanden wir zuerſt 4 zu einer Batterie. Unſre Säule beſtand aus 200 metalliſchen Platten-

*) *Seconde Continuation* etc., p. 194. — Auch in den *Annalen*, I, 68. *d. H.*

paaren, Silber, (holländischen 3-Guldenstücken die ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser haben,) und Zink, und ihre Spannungen wurden durch ein sehr sorgfältig gearbeitetes Electrometer Bennet's untersucht, dessen Gang wir sehr regelmäfsig fanden. Eine einzige, noch so kurze Berührung reichte hin, um die Batterie von 4 Flaschen, mittelst der *ganzen Säule*, bis zu der nämlichen Spannung zu laden, welche die Säule hatte, und welche die Goldblättchen des Bennetschen Electrometers bis auf $\frac{5}{8}$ Zoll aus einander trieb. Wir setzten darauf eine Batterie von 9, dann von 16 Flaschen zusammen, und da beide gleichfalls durch eine einzige sehr kurze Berührung mit der Säule, bis zu einerlei Spannung mit ihr geladen wurden, vergröfserten wir die Batterie bis auf 25 Flaschen, welche zusammen $137\frac{1}{2}$ Quadratfufs Belegung enthielten. Auch hier reichte eine einzige möglichst kurze Berührung mit der Säule hin, sie genau bis zu derselben Spannung, welche die Goldblättchen des Electrometers um $\frac{5}{8}$ Zoll aus einander trieb, zu laden. — Da nach diesen Versuchen 25 Flaschen, jede von $5\frac{1}{2}$ Quadratfufs Belegung, sich gerade so, wie eine einzelne solche Flasche durch eine noch so kurze Berührung mit Ihrer Säule luden; so läfst sich kaum zweifeln, dafs dieses auch mit der ganzen Teylerschen Batterie von 550 Quadratfufs Belegung, der Fall seyn werde. Wir würden dieses auch in der That versucht haben, wenn uns nicht der grofse Zeitaufwand bei einem solchen Versuche in der jetzigen

Jahreszeit, wo die ganze Batterie in ein heizbares Zimmer hätte müssen hinüber geschafft werden, davon abgehalten hätte; um so mehr, da Herr Pfaff in einigen Tagen Harlem wieder verlassen musste, und uns noch eine grosse Zahl von Versuchen übrig war, die wir für wichtiger hielten. Liegt Ihnen indess etwas daran, dass wir wirklich die ganze Teylersche Batterie auf diese Art zu laden versuchen, so bin ich gern dazu in einer schicklichern Jahreszeit erbötig.

Wir untersuchten nun, wie unsre Batterie von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuss Belegung durch *Theile* derselben Säule geladen werden würde. Es war zu dem Ende an die Zinkplatte jedes zwanzigsten Plattenpaars ein Häkchen angelöthet, an das wir den isolirten Draht, mittelst dessen wir die Säule mit der Batterie in Berührung brachten, mit Bequemlichkeit anbringen konnten. Da erst am 40sten Plattenpaare, von unten herauf gerechnet, eine Divergenz des Bennetschen Electrometers bestimmt wahrzunehmen war, (sie betrug 1 Linie,) so war es hier, wo wir die Säule mit der Batterie auf die erwähnte Art zuerst in eine augenblickliche Berührung setzten. Die Batterie fand sich dadurch wieder bis zu derselben Spannung wie die Säule, (von 1 Linie Divergenz,) geladen. Darauf wurde die Batterie mit dem 60sten, 80sten, 100sten, 120sten, 140sten, 160sten und 180sten Plattenpaare auf einen Augenblick eben so in Verbindung gesetzt; und immer fand sich die Batterie dadurch bis zu derselben Spannung gela-

den, welche das Electrometer an dem Plattenpaare zeigte, mit dem wir die Batterie in augenblickliche Berührung gesetzt hatten.

Da in jedem der metallischen Plattenpaare unsrer Säule, das Silber unten, der Zink oben lag, so hatte die Säule die *positive* Electricität oben, und theilte diese der innern Belegung der Batterie mit, welches stets mit den obern Enden der Theile der Säule, die wir anwandten, in Berührung gebracht wurde. Wir kehrten darauf die Säule um, so daſs das Silber der einzelnen metallischen Plattenpaare oben, der Zink unten war, und wiederhohlten nun die vorigen Versuche mit der ganzen Säule, und in verschiednen Höhen derselben. Auch so wurde stets die Batterie durch eine einzige Berührung bis zu der Spannung des Plattenpaars, mit dem wir sie in Verbindung gesetzt hatten, gebracht.

Wir schritten nun zu den *Schlägen* oder den Sensationen, welche die in verschiednen Höhen der Säule geladne Batterie, beim Entladen bewirkt. Dazu bedienten wir uns zweier Leiter aus Kupfer, 2 Zoll im Durchmesser, die wir mit angefeuchteten Händen faſsten. Als die Batterie am 20sten Plattenpaare geladen war, empfanden wir den Uebergang des Stroms aus dem Leiter in die Hand und aus der Hand in den Leiter sehr deutlich. Mein Freund van den Ende, der hier wohnt und sich sehr eifrig mit Physik beschäftigt, fühlte den Strom bis in die Handwurzel. Als die Batterie ferner mit 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 und 200

Plattenpaaren geladen, und auf dieselbe Art wie zuvor entladen wurde, vermehrte sich die Wirkung der Entladung auf unsern Körper in dem Maasse, wie die Plattenpaare zunahmen. Bei 40 Paaren fühlten wir wahre Schläge, (*Secousses,*) in den Handwurzeln; bei 60 Paaren waren die Schläge in den Ellenbogen sehr merklich; durch die ganze Säule von 200 Paaren geladen, gingen die Schläge mit vieler Heftigkeit bis in die Schultern. — Doch waren die Erschütterungsschläge der Batterie minder stark, als die des Theils der Säule, welcher die Ladung hergegeben hatte. Wir schätzten den Schlag einer von allen 200 Plattenpaaren der Säule geladenen Batterie, dem einer Säule von 100 Plattenpaaren gleich, und so überhaupt den Entladungsschlag der Batterie ungefähr immer so stark, als den einer Säule von halb so viel Platten, als die, womit die Batterie geladen worden war. Es wäre etwas sehr Ueberflüssiges, Sie von den Ursachen dieser Ungleichheit des Schlags der Batterie und der Säule bei Ladungen von gleicher Spannung unterhalten zu wollen, da diese Ursachen sich jedem, der die Electricität studirt hat, sogleich darbieten.

Beide Reihen von Versuchen glaubten wir nun bis auf einen Punkt verfolgt zu haben, dass sie nichts zu wünschen übrig liessen. Wir setzten daher jetzt neben unsre Batterie von 25 grossen Flaschen die *kleine Teylersche Electrisirmaschine*, welche eine Scheibe von 31 Zoll Durchmesser, und die neue Einrichtung hat, die ich 1791 in einem Briefe an

Herrn Ingenhoufs befchrieben habe,) um zu verfuchen, wie viel Berührungen des Leiters diefer Mafchine nöthig feyn möchten, um die Batterie bis zu derfelben Spannung, als mit der Säule, zu laden. Diefer Verfuch erforderte eine befondere Vorficht, damit nicht die Berührung mit dem Conductor, der Batterie mehr Electricität mittheilte, als die Mafchine während diefer Berührung hergab. Hätten wir Batterie und Conductor ohne weitere Vorficht mittelft eines ftarken ifolirten Drahts, (deffen eines Ende das Innere der Batterie wohl berühren, und deffen anderes Ende dem Leiter der Mafchine ifolirt genähert werden mufs,) in eine augenblickliche Berührung fetzen wollen, fo würde der Draht einen ftarken Funken erhalten, und diefer der Batterie eine zu grofse Menge von Electricität mitgetheilt haben, die fich im Leiter während einer gewiffen Zeit, z. B. während einer Umdrehung der Scheibe, angehäuft hätte, während hier die Frage war, wie viel Electricität durch die Wirkung der Mafchine *während* einer einzigen Berührung, der Batterie mitgetheilt werde. Um diefes mit einiger Genauigkeit zu finden, fetzte ich den Leiter der Mafchine mit dem Fufsboden in leitende Verbindung, indem ich ihn mit ei-

*) Man findet diefen Brief im *Journal de Phyfique*, Juin 1791, Vol. 38, p. 447, [überfetzt in Gren's *Journal der Phyfik*, 1791, B. 4, S. 1,] und in meiner *Seconde continuation des experiences faites avec la machine Teylerienne*, p. 292. *v. M.*

nem Finger berührte, und übte mich darauf, den Finger in demſelben Augenblicke fortzuziehn, als ich den erwähnten ſtarken Draht mit dem Leiter in Berührung brachte. Nachdem ich darin eine ſolche Fertigkeit erlangt hatte, daſs wir ſicher waren, der Batterie werde durch eine Berührung des Leiters mit dem Drahte nicht mehr Electricität zugeführt, als die, welche die Maſchine gerade während des Augenblicks der Berührung hergab; beobachteten wir, ob eine einzige ſolche Berührung die Batterie ſchon bis auf einen Grad lade, den das Electrometer anzeige, und da das nicht der Fall war, wie viel ſolcher Berührungen erfordert würden, um der Batterie eine eben ſo ſtarke Ladung zu geben, als ſie durch eine einzige Berührung von der Säule erhalten hatte. Bei wiederhohlten Verſuchen ſchienen uns 6 Berührungen des Leiters, die Batterie bis zu derſelben Spannung zu laden, als eine einzige Berührung der Säule.

Nun habe ich aber in meiner Beſchreibung dieſer Maſchine durch entſcheidende Verſuche dargethan, (*Seconde continuat.*, p. 326, und *Journal de Phyſ.*, Vol. 38, p. 455,) daſs die Kraft dieſer Maſchine ungefähr halb ſo groſs iſt, als die, welche die groſse Teylerſche Maſchine in ihrem anfänglichen Zuſtande hatte; woraus folgt, daſs eine Ihrer Säulen aus 200 metalliſchen Plattenpaaren, um eine Batterie bis zu erwähnter Spannung zu laden, *dreimahl ſo viel* electriſches Fluidum hergebe, als die groſse Teylerſche Maſchine in ihrem erſten Zuſtan-

de von 1785 bis 1789 darzureichen vermochte. Seitdem hat die grofse Mafchine, durch die Reibezeuge von neuer Einrichtung, die ich 1790 anbringen liefs, und durch Gebrauch des Kienmayerfchen Amalgama, für das Laden der Batterie eine fünffache Stärke wie zuvor erhalten, wie fich aus Verfuchen im März 1790 zeigte, da ich damahls die grofse Batterie von 550 Quadratfufs Belegung wiederhohlt durch 90 Umdrehungen der Scheiben bis zum höchften Grade, den das Glas zu ertragen vermochte, lud. *) Folglich fteht die Kraft Ihrer Säule von 200 Plattenpaaren, grofse Batterien zu laden, zu der Kraft der grofsen Teylerfchen Electrifirmafchine in ihrem jetzigen Zuftande, Batterien bis zu derfelben Spannung zu laden, im Verhältniffe von 3 : 5. Die Jahreszeit verhinderte mich, beide jetzt durch einen Verfuch direct mit einander zu vergleichen, da das Teylerfche Mufeum fich nicht heitzen läfst, und leider auf einem fehr feuchten Boden fteht. Ich mufs daher einen folchen directen Verfuch bis zum Frühjahre verfchieben, wo bei der Trockenheit der Luft, fich die der Wirkung der Mafchine fo hinderliche Feuchtigkeit gröfstentheils verliert.

Zuletzt verglichen wir noch die Empfindungen oder *Schläge*, welche die Batterie beim Entladen

*) *Seconde continuat.*, pag. 216, und mein Brief an Herrn Landriani im *Journ. de Phyf.*, Vol. 38, pag. 109, [überfetzt in Gren's *Journ. der Phyfik*, B. 2, S. 167.] *v. M.*

giebt, wenn sie durch Berührung mit dem Leiter der Electrisirmaschine und durch Berührung mit der Säule bis zu gleichen Spannungen geladen ist. Genaue und wiederhohlte Versuche zeigten zwischen beiden schlechterdings keine bemerkbare Verschiedenheit.

So glaubten wir nun diesen Versuch so weit und mit so vieler Genauigkeit, als immer zu wünschen war, verfolgt zu haben. Da die Wirkungen der Ladungen einer so ansehnlichen Batterie durch Ihre Säule, und durch eine kräftige Electrisirmaschine, in allen Beziehungen vollkommen dieselben sind, so schmeicheln wir uns durch einen Versuch im Großen die Identität des strömenden Fluidums, welches durch Ihre Säule, und des Fluidums, das durch eine Electrisirmaschine in Bewegung gesetzt wird, auf eine so entscheidende Art dargethan zu haben, dass niemand, er sey denn durch Vorurtheile oder von der gegentheiligen Meinung geblendet, hinfüro an der Identität der Strömungen in diesen beiden Apparaten zweifeln kann. Wir schmeicheln uns daher dem *Galvanismus*, als der Annahme eines eigenthümlichen Fluidums, das in Ihrem Apparate wirksam seyn sollte, den Todesstoss gegeben zu haben: denn unsre Versuche, verbunden mit den Ihrigen, scheinen mir die Wirkung eines eigenthümlichen, sogenannten *galvanischen* Fluidums, auch in allen andern sogenannten *galvanischen* Versuchen sehr zweifelhaft zu machen, oder vielmehr zu widerlegen. Denn giebt man zu, dass die

Wirkung Ihrer Säule, welche durch den Contact zweier ſich berührender Metalle erzeugt wird, im Groſsen unterſucht, (wie wir es gethan haben,) augenſcheinlich *rein-electriſch* iſt; ſo haben wir, da ſich alle andern ſogenannten *galvaniſchen* Verſuche gleichfalls durch die Wirkung zweier verſchiedner Metalle oder andrer Körper, deren man ſich in ihnen bedient, erklären laſſen, keinen Grund, in ihnen die Wirkung einem eigenthümlichen Fluidum zuzuſchreiben, deſſen Exiſtenz man allzu leicht angenommen hat.

Es iſt daher zu hoffen, daſs einige Aerzte bald von ihren allzu gewagten Theorieen über die Wirkung eines Fluidums, *Galvanique* genannt, auf den menſchlichen und überhaupt auf den thieriſchen Körper, zurückkommen werden, da dieſe Theorieen, hätte man ihnen zufolge neue Heilmittel angewandt, wahrſcheinlich in Krankheiten von ſchädlichen Folgen geweſen ſeyn würden. — Da die Wirkungen der Säule, welche mit vollem Rechte Ihren Namen trägt, im Groſsen unterſucht, *rein-electriſch* ſind, ſo ſcheint mir überdies die wahre Benennung derſelben die: *electriſche Säule*, (*Colonne electrique*,) zu ſeyn, und ich hoffe, daſs ſich die Phyſiker vereinigen werden, Ihren Apparat hinfüro, zur Ehre ſeines Erfinders, die *electriſche Säule Volta's* zu nennen.

Sie ſehn hieraus, mein Herr! daſs ich von der Meinung ganz zurückgekommen bin, die ich Ihnen in meinem Briefe vom 9ten Juni, bei Ueberſendung

des Programms unſrer Societät, äuſserte. Damahls ſchrieb ich Ihnen: „Ich zweifle ſehr, daſs die Erſcheinungen der Säule lediglich von dem geſtörten electriſchen Gleichgewichte abhängen," — und mein Zweifel veranlaſste die bataviſche Societät der Wiſſenſchaften, am 23ſten Mai dieſes Jahres folgende Preisfrage aufzugeben: „Läſst ſich Volta's Säule aus den bekannten Geſetzen oder Eigenſchaften der Electricität hinlänglich erklären, oder muſs man daraus auf die Exiſtenz eines eigenthümlichen, vom electriſchen verſchiednen Fluidums ſchlieſsen?" Der Verſuch dreier Mitglieder des National-Inſtituts, Fourcroy's, Vauquelin's und Thenard's, der in der Notiz von den Arbeiten der mathematiſchen und phyſikaliſchen Klaſſe während des zweiten Trimeſters des J. 9 beſchrieben wird, ſchien mir damahls impoſant zu ſeyn, und machte mich geneigt, ein eigenthümliches Fluidum anzunehmen, das in Ihrer Säule mitwirke, weil ich das Reſultat dieſes Verſuchs mir nicht anders zu erklären wuſste. Was ich indeſs im Juli und Auguſt ſah, erregte mir ſchon groſse Zweifel gegen dieſe Annahme, und, was ich jetzt wieder beobachtet habe, macht, daſs ich ſie ganz verwerfe.

Die Verſuche, welche ich ſo eben beſchrieben habe, beweiſen überdies noch im Groſsen, und auf eine ſehr entſcheidende Art, einen andern Hauptpunkt in der Theorie Ihrer Säule, nämlich: *daſs der Strom, den Ihre Säule erregt, eine unglaubliche Geſchwindigkeit hat*, die alle unſre Begriffe über-

ſteigt. Dieſes zeigt ſich nämlich beſonders dadurch, daſs eine ſo groſse Batterie, von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Belegung, durch eine einzige, möglichſt kurze, (kaum $\frac{1}{50}$ einer Sekunde dauernde) Berührung mit dem Verbindungsdrahte Ihrer Säule, bis zu einerlei Spannung mit der Säule ſelbſt geladen wurde. Nach dieſem Verſuche darf man ſich gewiſs nicht länger verwundern, daſs Ihr Apparat durch ſeine ununterbrochne Wirkſamkeit, Wirkungen hervorbringt, dergleichen man durch gewöhnliche Electriſirmaſchinen nie erhalten hat; z. B. die ſo ſchnelle Zerſetzung des Waſſers. Keine der bekannten Electriſirmaſchinen, nur die groſse Teylerſche ausgenommen, vermag einen ſtetig wirkenden Strom zu erzeugen, der dem Ihrer Säule einigermaſsen nahe käme. Aus dieſem Grunde hat man in ihr ein mächtiges Mittel, mehrere Wirkungen hervorzubringen, die viel zum Fortgange der Phyſik beitragen können.

Dieſe letztere Ueberlegung ſpornte mich an, *mich zu bemühen, die Kraſt ihrer Säule zu verſtärken.* Gleich anfangs hatte ich darauf gedacht, die Säule beſſer zu *iſoliren,* als das gewöhnlich geſchieht. Ich ſtelle ſie zu dem Ende auf eine dicke Scheibe von Gummilack, und halte ſie in ihrer ſenkrechten Lage durch 2 Zoll lange, horizontale Siegellackſtangen, die an cylindriſche Holzſtäbe befeſtigt ſind. In 4 hölzerne Pfoſten, welche um die Säule in einiger Entfernung ſtehn, ſind von 4 zu 4 Zollen,

runde Löcher horizontal gebohrt, und durch diese gehn die cylindrischen Holzstäbe gedrängt, welches den Vortheil gewährt, dass dasselbe Gestell, da es lediglich aus den 4 Pfosten mit zwei viereckten 12zölligen Brettern, eins oben, das andere unten, besteht, zum Isoliren von Säulen von sehr verschiednem Durchmesser zu brauchen ist. Der guten Isolirung meiner Säulen in diesem Gestelle schreibe ich es grösstentheils zu, dass sie wirksamer sind, als die Säulen der meisten andern Physiker, so viel ich davon gelesen oder gehört habe. Selbst Herr Pfaff war über die mächtige Wirkung der ersten Säule verwundert, welche wir aus holländischen 3-Guldenstücken, aus Zinkplatten von gleicher Grösse, nämlich $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und aus Tuchscheiben aufbaueten, die in einer gesättigten Salmiakauflösung getränkt waren. Wir sahen einmahl, dass eine Säule von 60 Schichtungen einen Eisendraht, der im Handel mit No. 16 bezeichnet wird und $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmesser hat, an seinem Ende eine Linie lang zum Rothglühen brachte und schmolz. Um darzuthun, dass Isolirung zum grösten Effecte der Säule nothwendig ist, brachten wir an der Seite einen Streifen nasser Pappe an, und sogleich war die Wirkung beträchtlich vermindert. Der Erschütterungsschlag einer auf die angegebne Art isolirten Säule von 200 Plattenpaaren afficirt den ganzen Körper, und ist so heftig, dass ihn nicht leicht jemand zum zweiten Mahle verlangt. Von den andern mächtigen Wirkungen dieser Säule sage ich

nichts, um Sie desto umständlicher von den Wirkungen einer Säule von gröſserer Oberfläche, die wir aufbaueten, zu unterhalten.

Sobald ich im *Moniteur* vom 5ten Meſsidor dieses Jahres, die Verſuche von Fourcroy, Vauquelin und Thenard über die Schmelzung von Eiſendraht durch eine Säule aus Kupfer- und Zinkplatten von groſser Oberfläche, geleſen hatte, lieſs ich mir 32 Kupferplatten und eben ſo viel Zinkplatten, in Quadratform von 5 Zoll Seite und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien Dicke, verfertigen, um, nach ihrem Beiſpiele, durch genaues Aneinanderlegen von je 4 und 4 Platten, daraus eine 10 Zoll breite Säule von 8 metalliſchen Plattenpaaren zuſammenſetzen zu können. Dieſe wurde zuerſt aufgerichtet, und dann aus einander genommen, um daraus eine 5 Zoll breite Säule von 32 Plattenpaaren aufzubauen. Damit dieſe Platten ſich durchgängig gehörig berühren möchten, war ihre Oberfläche mit Sorgfalt geebnet worden. Das Tuch zu beiden Säulen hatten wir mit einerlei geſättigter Salmiakauflöſung getränkt. Die Wirkung der 5 Zoll breiten Säule von 32 Plattenpaaren übertraf die der 10 Zoll breiten Säule von 8 Schichtungen bei weitem. Es glückte mir im vergangnen Auguſt, vom Eiſendrahte No. 16, der $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmeſſer hat, mit erſterer 5 Zoll gänzlich zu Kügelchen zu ſchmelzen, und 7 Zoll zum Rothglühen zu bringen.

Dieſe auſserordentliche Wirkung der 5 Zoll breiten Säule beſtimmte mich, ſie bis auf 50 Plattenpaare

paare zu vermehren; allein der Erfolg entſprach meiner Erwartung nicht. Sie leiſtete jetzt weniger als zuvor. Da ich dieſes anfangs darin ſuchte, daſs die hinzugekommnen Platten nicht mit gleicher Sorgfalt als die übrigen geebnet worden waren, lieſs ich dieſes nachhohlen und noch 20 Plattenpaare dazu machen. Dieſe Säule von 70 Schichtungen war fertig, als Herr Pfaff zu mir kam. Um mit ihm die Wirkung Ihrer Säule möglichſt im Groſsen zu unterſuchen, lieſs ich während ſeines hieſigen Aufenthalts die Zahl der Plattenpaare noch vermehren. Wir errichteten daraus die erſte Säule am 20ſten November. Als ſie aus 25 Plattenpaaren beſtand, ſchmolz ſie vom Eiſendrahte No. 16 eine Länge von 4 Zoll; da wir ſie aber bis auf 50 Plattenpaare vermehrt hatten, und nun ihre Wirkungen wieder unterſuchten, zeigten ſich dieſe ſchwächer als an der halb ſo hohen Säule. Wir waren ſchon zuvor darauf aufmerkſam geworden, daſs die Pappſcheiben, deren wir uns zu dieſem Verſuche bedienten, mit der Salmiakauflöſung recht gut angefeuchtet ſeyn müſſen, um die volle Wirkung einer Säule zu erhalten, und trafen daher jetzt leicht den wahren Grund: daſs nämlich der zu groſse Druck des obern Theils der Säule auf den untern, aus den Pappſcheiben dieſes Theils die Feuchtigkeit zu ſtark ausgepreſst, und ſie zu trocken gemacht hatte: denn als wir die obere Hälfte der Säule abhoben, zeigte ſich in der That, daſs die untere nicht mehr halb ſo ſtark wirkte, als ehe wir die übrigen 25 Plattenpaare

darauf gelegt hätten, indeſs dieſe obere Hälfte der Säule allein dieſelbe Wirkſamkeit im Drahtſchmelzen, wie zuvor die untere zeigte.

Da uns dieſer Verſuch überzeugte, daſs ſich aus unſern breiten, 1½ bis 2 Linien dicken Platten keine Säule von beträchtlicher Höhe errichten laſſe, welche eine der Plattenmenge proportionale Wirkſamkeit hätte, weil das Gewicht der Säule die Feuchtigkeit aus den untern Platten allzu ſehr auspreſst; ſo verſuchten wir, die Säule in mehrere einzelne zu theilen, und dieſe auf eine leichte und einfache Art ſo mit einander zu verbinden, daſs ſie zu allen Verſuchen noch bequemer als eine einzige ſehr hohe Säule würden. Wir vertheilten zu dem Ende unſre Plattenpaare, 110 an der Zahl, in vier mit einander verbundne Säulen, deren Conſtruction und Verkettung die beigefügte Zeichnung, (Taf. III, Fig. 1,) ſo deutlich darſtellt, daſs ſie weiter keiner Beſchreibung bedürfen. Die Kupferplatte unter den beiden Säulen *C* und *D* iſt mit einem hervorſtehenden Rande rings umgeben, damit die aus den feuchten Pappſcheiben herabträufelnde Salmiakauflöſung nicht auf die darunter liegende iſolirende Harzplatte flieſse und die Iſolirung beider Säulen aufhebe. Auch ſehen Sie ſogleich, daſs es überflüſſig geweſen wäre, die Säulen *A* und *B* zu iſoliren. Um die Wirkung aller vier Säulen zu erhalten, wurde der Communicationsdraht mit den Enden der beiden äuſsern Säulen *A* und *D* in Berührung geſetzt. Nahmen wir die Kupferplatte fort, welche die Säulen

B und *C* mit einander verband, so konnten wir die Wirkung der Säulen *A* und *B* oder *C* und *D* allein beobachten.

Diese Säulen haben uns folgende Beobachtungen an die Hand gegeben:

1. Die beiden Säulen *A* und *B*, welche zusammen aus 50 Plattenpaaren Kupfer und Zink bestanden, brachten 8 Zoll vom Eisendrahte No. 16 stark zum Glühen, und schmolzen sie gröfstentheils.

2. Die beiden Säulen *C* und *D*, welche zusammen 60 Plattenpaare enthielten, und deren Kupferscheiben etwas dünner als die der beiden ersten Säulen waren, brachten 6 Zoll Draht zum Rothglühen. Ihre mindere Wirkung erklärten wir uns daraus, dafs ihre Pappscheiben nicht gehörig genäfst waren.

3. Die vier Säulen vereinigt brachten 32 Zoll von demselben Drahte zum Rothglühen.

4. Da es bei einer so grofsen Länge eines so dünnen Eisendrahts sehr schwer hält, die obere Platte der Säule, besonders an ihrem Rande, wo die Wirkung gewöhnlich am stärksten ist, mit dem Drahte gehörig zu berühren; so befestigten wir an die Drähte Nadeln, die an ihnen senkrecht herabhingen, und mit deren Spitzen sich die obere Platte an jeder beliebigen Stelle berühren liefs. Auf diese Art schmolz indefs nicht ganz so viel Draht, wie zuvor, obschon der Unterschied nicht sehr merklich war.

5. Wir unterſuchten darauf, ob zwiſchen den ausfahrenden und den einfahrenden Funken eine merkliche Verſchiedenheit ſtatt findet, wie einige behauptet haben. Zu dem Ende ſetzten wir eine Schale mit Queckſilber auf die obere Platte einer der beiden äuſsern Säulen, verbanden Queckſilber und Platte durch einen Eiſendraht, brachten den Communicationsdraht mit der obern Platte der andern äuſsern Säule in Berührung, und näherten bald die Spitze einer vom andern Ende deſſelben an dünnem Drahte herabhängenden Nadel, bald dieſes minder ſpitze Ende des Communicationsdrahts ſelbſt, dem Queckſilber. Darauf wurde die Schale mit Queckſilber auf die Endplatte der andern äuſsern Säule geſetzt, und der Verſuch auf dieſelbe Art wiederhohlt; und ſo wechſelten wir mehrere Mahl ab, wobei wir abwechſelnd Funken erhielten, die aus dem Communicationsdrahte in das Queckſilber gingen, wenn dieſes auf der Säule *A* ſtand, und ſolche, die aus dem Queckſilber, wenn es über *D* ſtand, ausfuhren und in das Ende des Communicationsdrahts eingingen; doch konnte weder ich noch mein Freund v a n d e n E n d e, der mir bei dieſem Verſuche half, die mindeſte Verſchiedenheit zwiſchen den aus dem Communicationsdrahte ausgehenden, (poſitiven,) und den in ihn eingehenden, (negativen,) Funken wahrnehmen. In beiden Fällen erfolgten gleiche ſtrahlende Funken, die man für electriſche Strahlenbüſchel hätte halten können, hätten ſie ſich nicht an beiden Enden der Säule gleich-

mäſsig gezeigt. Daſs die ſcheinbaren Strahlen dieſer Funken vom Verbrennen des Drahtendes oder der Nadelſpitze herrührten, wurde dadurch offenbar, daſs, als wir ſtatt des Eiſendrahts Platindraht nahmen, der nicht geſchmolzen wird, die Funken an der einen wie an der andern Seite völlig ohne Strahlen erſchienen.

6. Dieſe Verſuche gewährten uns eine ſehr ſchöne Erſcheinung, welche die Aufmerkſamkeit aller Liebhaber verdient, die ſich durch phyſikaliſche Verſuche intereſſante Schauſpiele verſchaffen wollen. Wenn wir das Queckſilber mit dem dünnen Drahte ohne Nadel berührten, ſo verbrannte das Ende dieſes Drahts mit einer ſolchen Heftigkeit, daſs ſich rings umher Funken verbreiteten, in tauſenden von ſichtlichen Strahlen, welche ſehr ſchöne Sonnen, mehrere Zoll im Durchmeſſer, bildeten. Wenn wir dabei das Ende des Drahts langſam herabwärts bewegten, ſo konnten wir dieſes ſchöne Schauſpiel beliebig fortſetzen. Es ſtellt ſich auch einigermaſsen ein, wenn man das Queckſilber mit einer Nadel berührt, iſt dann aber von minderer Dauer, weil es, ſo wie die Nadelſpitze abgeſchmolzen iſt, aufhört. Wir ſtellten dieſen Verſuch mit Drähten von No. 16, $\frac{1}{240}$ Zoll, von No. 11, $\frac{1}{151}$, und von No. 7, $\frac{1}{100}$ Zoll im Durchmeſſer, an. No. 11 gab an dieſem Tage die gröſsten und glänzendſten Sonnen. Bei minderer Kraft der Säule gelingt der Verſuch beſſer mit No. 16.

7. Nahmen wir Drähte, die zu dick waren, um geschmolzen zu werden, so oxydirte jeder Funke das Quecksilber an der Oberfläche, wo das Oxyd Flecke von mehr als einer Linie im Durchmesser bildete.

8. Das äufsere Ende eines *Platindrahts*, von ungefähr $\frac{1}{7}$ Zoll Durchmesser, wurde zu einem Kügelchen geschmolzen.

9. Die Funken, welche aus dem Ende des Communicationsdrahts ausfuhren, hatten mehr als $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser, wenn der Communicationsdraht nicht zu dünn war.

Nachdem diese Versuche die grofse Kraft unsrer Säule dargethan hatten, untersuchten wir auch *a.* ihre *Spannungen*, *b.* die *Erschütterungsschläge*, welche sie ertheilte, und *c.* die *Ladungen*, die sie einer Batterie zuführte.

a. Die *Spannungen* dieser Säule und ihrer einzelnen Theile, wir mochten sie durch blofse Berührung mit dem empfindlichsten Electrometer, das ich befafs, oder mittelst des Condensators und eines minder empfindlichen Electrometers untersuchen, zeigten sich immer vollkommen gleich mit den Spannungen gleich vieler Plattenpaare einer Säule aus Silber und Zink von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser.

b. Die *Schläge* von gleich viel Schichtungen dieser beiden Säulen waren so ganz übereinstimmend, dafs kaum irgend eine Verschiedenheit zwischen ihnen wahrzunehmen war.

c. Diese breite Säule *lud unsre Batterie* von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuss Belegung, durch eine einzige Berührung genau bis zu derselben Spannung, bis zu welcher die vorige schmälere Säule sie bei gleich viel Schichtungen geladen hatte, und die Entladungsschläge der Batterie waren in beiden Fällen völlig dieselben.

Diese vergleichenden Versuche mit unsern beiden Säulen von $1\frac{1}{2}$ und von 5 Zoll Breite, zeigten uns, wie Sie sehn, was die *Spannungen* betrifft, mehr im Grossen, dasselbe, was Sie schon an minder hohen Säulen bemerkt hatten: dass nämlich in Säulen von gleich viel Plattenpaaren, aber sehr verschiednem Durchmesser, die Spannungen vollkommen dieselben sind, und dass eine Batterie von zwei solchen Säulen völlig gleich geladen wird. Wie ist es aber zu erklären, dass zwei Säulen, deren Spannungen so ganz gleich sind, und welche grosse Batterien so ganz gleichmässig laden, im *Schmelzen der Metalle* eine so verschiedne Wirksamkeit äussern?

Um sich darüber gehörige Begriffe zu machen, muss man die Wirkungen isolirter und nicht-isolirter, (geschlossner,) Säulen wohl von einander unterscheiden. In einer nicht-isolirten Säule geht ein beständiger Strom von dem einen Ende der Säule zu dem andern durch den Leiter oder die Kette von Leitern, welche die beiden Enden der Säule in Verbindung setzt, indess in der isolirten Säule kein solches Strömen statt finden kann. Diese Unterscheidung zeigt sogleich, dass Gleichheit der

Spannung in isolirten, (nicht-geschlossnen,) Säule nicht berechtigen könne, eine Gleichheit des Stroms in beiden Säulen, wenn sie nicht isolirt sind, (im geschlossnen Zustande,) zu erwarten. Vielmehr muss man umgekehrt schliessen, dass, wenn der Strom in einer breiten nicht-isolirten Säule weniger Widerstand zu überwinden fände, als in einer schmälern, dieser Strom sich in der erstern wirksamer zeigen werde, wegen seiner beträchtlichern Geschwindigkeit, die in dem Verhältnisse grösser seyn muss, in welchem er weniger Widerstand zu überwinden hat. Nun aber zeigt die grosse Wirkung, welche eine breite Säule im Schmelzen von Metalldraht äussert, offenbar, dass die Geschwindigkeit ihres Stroms in der That viel grösser ist, als die Geschwindigkeit des Stroms in einer Säule von 1½ Zoll Durchmesser; denn es ist aus den Versuchen mit Batterien bekannt, dass das Schmelzen des Drahts durch electrische Ströme von der Geschwindigkeit derselben abhängt, oder, (was auf eins heraus kömmt,) von der Menge des electrischen Fluidums, welche Entladungen in gleichen Zeittheilen durch den Draht hindurch führen. Es kömmt daher nur darauf an, die Umstände oder Ursachen auszumitteln, unter welchen oder durch welche der Strom, den breite Säulen erregen, eine grössere Geschwindigkeit erhält. Sollten diese aber wirklich allein darauf beruhen, dass die feuchten Stoffe, welche sich zwischen je zwei Plattenpaaren befinden und nur schlechte Leiter sind, in breiten Säulen, wegen ih-

rer gröſsern Berührungsfläche, dem electriſchen Strome einen geringern Widerſtand, als in ſchmälern Säulen leiſten, wie Sie dieſes, nach dem, was Herr Pfaff mir darüber ſagt, erklären?

Darüber ſtellten wir folgenden Verſuch an. Wir errichteten zwei 5 Z. breite Säulen, jede von 12 Plattenpaaren. Die eine hatte lauter feuchte Pappſtücke von der Gröſse der Metallplatten; in der andern befanden ſich nur zwiſchen jedem Paare Metallplatten drei Pappſcheiben von ½ Zoll Durchmeſſer. Die Spannung beider Säulen war zwar dieſelbe; alle übrigen Wirkungen zeigten ſich aber in der Säule mit den breiten Pappſtücken viel ſtärker, und die ſtark glänzenden Funken kamen in ihr ſchon beim 5ten Plattenpaare von unten auf zum Vorſcheine, indeſs in der ganzen andern Säule die Funken wenig oder gar nicht ſichtbar waren. Dieſes Reſultat ſpricht unſtreitig ſehr für Ihre Meinung, oder thut doch wenigſtens dar, daſs die Gröſse der Oberfläche der feuchten Stoffe viel zu der Wirkung einer Säule beiträgt. — Wir vertauſchten darauf die Pappſtücke von der Gröſse der Metallplatten mit noch gröſsern, welche überall über die Metallplatten hinaus ragten; allein dadurch wurde die Wirkſamkeit der Säule nicht vermehrt, eher ein wenig geſchwächt. Dieſes beweiſt, daſs die breiten feuchten Leiter zwiſchen den Metallplatten-Paaren nur in ſo weit beſſer, als ſchmälere leiten, oder wenigſtens den Effect der Säule erhöhen, als ſie mit den Metallplatten in Berührung ſind, wie das, zufolge Ihrer

Meinung, zu erwarten war. Auch stimmt unsre Bemerkung, dass die Pappstücke in breiten Säulen recht nass seyn müssen, um gute Wirkung zu thun, sehr gut mit Ihrer Vorstellung überein, da sie, je nässer sie sind, desto besser leiten. Doch sehe ich noch keine hinreichend bewährte Ursache, den grossen Unterschied der Wirkungen breiter und schmaler Säulen im Schmelzen und Oxydiren der Metalle lediglich dem Umstande zuzuschreiben, dass die feuchten Stoffe von grosser Oberfläche besser als die von kleinerer Oberfläche leiten. Könnte nicht die Grösse der Metallplatten selbst, durch ihre grössere Capacität, die vielleicht im Verhältnisse ihrer Oberfläche steht, mit zur grössern Geschwindigkeit des Stroms beitragen? Ich wünschte sehr, hierüber Ihr Urtheil zu hören.

Die Art, wie breite Säulen sich in den *Erschütterungsschlägen* äussern, weiss ich mit dem, was von anderwärts her bekannt ist, nicht recht zu vereinigen. Ich wiederhohlte nach Hrn. Pfaff's Abreise die Versuche darüber mit zwei Säulen, jede aus 20 Plattenpaaren Kupfer und Zink, deren Pappstücke gleichmässig mit Salmiak getränkt, und die überhaupt in nichts Wesentlichem, als lediglich in der Grösse der Oberfläche der einzelnen Platten verschieden waren, indem die der einen 1½ Zoll im Durchmesser, die quadratförmigen der andern 5 Zoll Seite hielten. Die Schläge dieser beiden Säulen wurden von Mehrern sehr oft mit einander verglichen, ohne dass sie die mindeste Verschiedenheit zwischen

den Commotionen hätten wahrnehmen können. Wie läſst ſich aber, bei der bekannten Wirkung der Ströme electriſcher Entladungen, dieſe Gleichheit der Erſchütterungen durch Ströme, welche im Schmelzen des Metalles eine ſo ganz verſchiedne Wirkſamkeit haben, begreifen? Sind etwa auch die Commotionen electriſcher Entladungen nicht in dem Verhältniſſe heftiger, in welchem ſie ſich im Schmelzen der Metalle wirkſam zeigen? Sie werden mir durch Erläuterungen über dieſen Punkt ein wahres Vergnügen machen.

Um die *gröſste Wirkung einer breiten Säule* zu erhalten, kömmt es auf mehrere Umſtände an; ganz vorzüglich auf den gehörigen Grad von Näſſe der Pappſtücke, die zwiſchen jedem Paare Metallplatten liegen. Zu viel Näſſe iſt eben ſo ſchädlich als zu wenig, und es iſt ſehr ſchwer, gerade den vortheilhafteſten Grad von Feuchtigkeit zu treffen. — Am beſten dient zum Anfeuchten eine *kalte geſättigte Salmiakauflöſung;* denn obgleich eine warme Auflöſung mehr Salmiak enthält, ſo zeigte ſie ſich doch in einem Verſuche minder wirkſam als jene. Doch ſcheinen noch andere, bis jetzt unbekannte Umſtände, auf die Wirkſamkeit einer breiten Säule gar ſehr mit einzuwirken und ſie mehr oder minder unbeſtändig zu machen. Ich habe mir vorgeſetzt, darüber genauere Unterſuchungen anzuſtellen, um es deſto ſicherer dahin zu bringen, durch Vergröſserung Ihrer Säule die Kraft derſelben

zu erhöhen. So wie es mir geglückt ist, im Teylerschen Museum die kräftigste Electrisirmaschine, die existirt, zu erhalten, und ihre Kraft, besonders im Laden der Batterien, in Folge einer besondern Untersuchung alles dessen, was die Wirkung der Reibezeuge vermehrt oder vermindert, sehr beträchtlich zu verstärken; so hoffe ich auch, daſs eine zusammenhängende Untersuchung, die ziemlich im Groſsen geführt wird, über alles das, was auf die Wirksamkeit Ihrer Säule mit einflieſst, uns Mittel an die Hand geben wird, die Wirkungen derselben beträchtlich zu verstärken und in breiten Säulen beständiger zu machen. Ich werde dieses um so weniger verabsäumen, da, wie wir oben gesehn haben, Ihre Säule für *chemische Zersetzungen* ein weit kräftigerer Apparat, als die Electrisirmaschine ist, und wir dadurch auf sehr interessante Entdeckungen geleitet werden könnten, da zu erwarten ist, daſs sie, bei Vermehrung ihrer Kraft, auch in diesen Wirkungen sich noch thätiger zeigen werde. Sobald ich mit dieser Untersuchung zu interessanten Resultaten werde gekommen seyn, theile ich sie Ihnen mit. Haben Sie einige Ideen, von denen Sie glauben, daſs sie mir bei dieser Untersuchung von Nutzen seyn können, oder die Sie durch Versuche nach einem gröſsern Maaſsstabe, als dem Ihrer eignen Apparate, geprüft zu sehn wünschen, so bitte ich Sie, sie mir so bald als möglich mitzutheilen.

Noch habe ich Ihnen einige Versuche zu beschreiben, die wir hauptsächlich in der Absicht an-

stellten, um *den Grund der grössern Wirksamkeit von Säulen aufzufinden, deren feuchte Leiter Salmiak enthalten.* Daſs wirklich der Strom einer Säule, deren Papp- oder Tuchstücke mit Salmiak getränkt sind, sich viel wirksamer zeigt, als der einer Säule, deren Papp- oder Tuchstücke mit Wasser oder mit Kochsalzauflösung genäſst sind, ist zwar hinlänglich bewiesen: um indeſs auch darüber einen vergleichenden Versuch anzustellen, errichteten wir zwei breite Säulen von 20 Plattenpaaren, eine mit Pappstücken in *Salmiak*, die andere mit Pappstücken in *Kochsalzauflösung* getränkt. Die erstere schmolz, wie gewöhnlich, 4 Zoll Eisendraht von No. 16 zu Kügelchen, indeſs die andere auch keine Linie dieses Drahts zum Schmelzen oder Rothglühen brachte. Eine dritte breite Säule, die wir nachher mit Pappstücken in *Wasser* getränkt aufrichteten, zeigte sich in Rücksicht der Funken noch minder wirksam.

Diese so vielmahl gröſsere Wirkung einer Säule, deren Pappscheiben mit Salmiak genäſst sind, läſst keinen Zweifel, daſs die Menge des electrischen Fluidums im Strome einer solchen Säule viel gröſser ist, oder, (was auf eins hinaus kömmt,) daſs ihr Strom eine viel gröſsere Geschwindigkeit hat, als der einer Säule, deren Pappstücke mit Wasser oder mit Kochsalz befeuchtet sind. Es entsteht daher die Frage, durch welche Ursache diese gröſsere Menge von Fluidum oder diese gröſsere Geschwindigkeit im Strome einer solchen Säule bewirkt wird.

Mehrere schreiben die gröſsere Wirkſamkeit des Salmiaks dem Umſtande zu, daſs dieſes Salz, nachdem es zerſetzt worden, die Metalle oxydire. Daſs ſich der Salmiak in der Säule zerſetzt, läſst ſich allerdings nicht läugnen; dies beweiſst der ſtarke Ammoniakgeruch, der ſich bald, nachdem man eine ſolche Säule aufgebauet hat, und ganz beſonders, wenn man ſie wieder auseinander nimmt, um ſie verbreitet. Auch werden die Oberflächen des Kupfers und des Zinks von der Salzſäure des zerſetzten Ammoniaks ſtark oxydirt. Man ſieht überdies, daſs die Wirkſamkeit der Säule in eben dem Verhältniſſe nachläſst, in welchem die Oxydirung der Metallplatten abnimmt. Schon im Mai, wie ich Ihnen in meinem Briefe vom 9ten Juni erzählt habe, hatte ich eine Säule von 100 Plattenpaaren aus Silber, Zink und Tuchſcheiben, die mit Schwefelſäure, mit 6 Theilen Waſſer diluirt, getränkt waren, und welche die Metalle, beſonders den Zink, ſehr ſchnell oxydirte, aufgebauet. Sie that viel mehr Wirkung als eine andere von weit mehr Plattenpaaren, deren Tuchſcheiben mit Kochſalzauflöſung benäſst waren. Alle dieſe Verſuche ſchienen mir für die Meinung zu ſprechen, daſs die Oxydirung der Metalle, als ſolche, ſehr viel dazu beitrage, den Effect der Säule zu vermehren. Da ich indeſs dafür keine genügende Erklärung aufzufinden vermochte, ſo blieb es mir ſtets räthſelhaft, ob ſich nicht vielleicht eine andere bis jetzt unbekannte Urſache, oder irgend ein unbekannter Umſtand zur

Oxydation gesellte, von dem die Vermehrung des Effects allein oder doch größtentheils abhängt. Da auch Herr Pfaff nicht der Meinung war, daſs die Oxydirung, als solche, zur Vermehrung des Effects viel beitrage; so entschlossen wir uns, hierüber so viel Versuche, als die Zeit seines hiesigen Aufenthalts erlauben würde, anzustellen.

1. Wir benetzten die Pappstücke mit *Schwefelsäure*, *Salpetersäure* und *Salzsäure*, die bald concentrirt, bald mehr oder minder diluirt genommen wurden, und bedienten uns zu den meisten dieser Versuche einer Säule aus 30 Plattenpaaren Kupfer und Zink, von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser; zu einigen auch einer Säule aus 10 Plattenpaaren von 5 Zoll Breite. Unsre Absicht war, durch diese Versuche auszumitteln, ob die Wirkung dieser verschiednen Säulen in dem Verhältnisse zunehmen werde, wie sich eins oder beide Metalle in ihnen schneller oxydiren. Ich würde Ihnen eine Abschrift unsers Journals, das wir über diese Versuche führten, mittheilen, wäre dieser Brief nicht schon allzu lang. Auch ist es wohl hinreichend, Ihnen zu sagen, daſs wir keinesweges weder die Spannungen, noch die Schläge, noch die Funken, in dem Grade sich vermehren sahen, worin die Oxydirung der Metalle geschwinder erfolgte; daſs vielmehr im Gegentheile bei den Versuchen mit concentrirter oder verdünnter Salpetersäure, wo beide Metalle sich sehr schnell oxydiren, die obigen Wirkungen viel schwächer waren, als in einer ähnlichen zur Vergleichung die-

nenden Säule, deren Tuch- oder Pappstücke Salmiakauflösung enthielten.

Sie sehn, mein Herr! dass die Resultate dieser Versuche keinesweges der Meinung günstig sind, dass die Oxydirung, als solche, die Hauptursache des vermehrten Effects des Stroms in Säulen, die Salmiak enthalten, sey. Doch scheint mir, man könne aus ihnen noch nicht schliessen, dass die Oxydirung der Metalle durch den Salmiak schlechterdings *gar nichts* zur Vermehrung der Wirksamkeit beitrage, weil das in diesem Falle auf eine Art geschehen könnte, die von der Wirkungsart der Säulen verschieden, und fähiger wäre, den unbekannten Effect, der den Strom der Säule verstärkt, hervorzurufen. Auch könnte die Wirkung des Ammoniaks auf das Kupfer etwas dazu beitragen. — Um diese zu prüfen, benetzten wir die Pappscheiben einer Säule aus 30 Plattenpaaren Kupfer und Zink von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, mit Ammoniak. Wir fanden alle Wirkungen des Stroms dieser Säule weit schwächer, als die einer ähnlichen Säule, deren Pappscheiben mit Salmiak genässt waren.

2. Wir hielten es für besonders belehrend, über den Einfluss, den die Oxydirung der Metalle auf den Effect der Säule haben kann, *die verschiednen Wirksamkeiten der Säule im luftleeren Raume, in verschiednen Gasarten, die keinen Sauerstoff enthalten, und im reinen Sauerstoffgas* zu untersuchen. Zu diesen Versuchen diente uns eine Säule aus 60 Plattenpaaren Silber und Zink, $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser,

ser, deren Tuchscheiben mit Salmiakauflösung genäſst wurden. Wir setzten sie auf den Teller einer Luftpumpe unter einem Glascylinder, der oben mit einer Lederbüchse versehn war; die Spindel derselben diente uns, die Säule oberwärts zu berühren. Nachdem wir die Spannung dieser Säule und die übrigen Wirkungen ihres Stromes, d. i., die Funken, die Commotionen, und die Wasserzersetzungen sorgfältig beobachtet hatten, zogen wir aus dem Cylinder die Luft aus, wozu wir uns meiner Luftpumpe bedienten, die ich im J. 1798 beschrieben habe,*) und die sehr schnell exantlirt, bis die Barometerprobe nicht mehr eine volle Linie hoch steht. Der Wasserdampf, der sich im luftleeren Raume aus der Feuchtigkeit der Säule bildet, erhielt indeſs das Quecksilber in der Barometerprobe 5‴ hoch. Es war am 17ten November, Vormittags, als wir diesen Versuch anstellten, und Herr Coquebert-Montbret, Commissär der französischen Republik zu Amsterdam, der als Freund der Physik bekannt ist, und mich an diesem Tage besuchte, war dabei gegenwärtig. Die Spannungen und alle erwähnte Wirkungen des Stroms dieser Säule waren im luftleeren Raume den in der atmosphärischen Luft von uns beobachteten so ganz gleich, daſs es kaum, oder vielmehr gar nicht,

*) *Déscription des nouveaux appareils chimiques appart. au Museum de Teyler*, übersetzt in den *Annalen*, I, 379.

möglich war, einen Unterfchied zwifchen beiden wahrzunehmen. Manchmahl glaubten wir eine Verminderung der Funken im luftleeren Raume zu bemerken; diefes beftätigte fich aber nicht bei wiederhohlten Verfuchen. Als wir die Luft in den Cylinder liefsen, um wieder die Wirkfamkeiten der Säule in der atmofphärifchen Luft zu beobachten, und bald darauf die Luft wieder auszogen, fchienen uns alle Effecte des Stroms der Säule eben fo wenig verfchieden, als im vorigen Verfuche. Wir liefsen fie während der Stunde unfers Mittagseffens im luftleeren Raume, und unterfuchten nach Tifche ihre Wirkfamkeiten aufs neue. Sie waren vollkommen dieselben wie zuvor.

Wir liefsen nun *Kohlenftoff Wafferftoffgas* hinein, das ich, auf die in meiner *Defcript. des appar. chimiques* etc, p. 64, angegebne Art, aus Olivenöhl bereitet und in einem unfrer Gazometer wohl verwahrt hatte, aus dem es fich auf eine bequeme Weife, ohne dafs wir eine Untermifchung mit atmofphärifcher Luft zu fürchten hatten, in den Cylinder hineinleiten liefs. Als wir darauf die Spannungen, die Erfchütterungen und die Funken der Säule unterfuchten, fanden wir fie denen im luftleeren Raume und in der atmofphärifchen Luft vollkommen gleich. — Wir pumpten diefes Gas wieder aus dem Cylinder heraus, und liefsen *Stickgas* hinein, das ich im Frühjahr bereitet hatte aus atmofphärifcher Luft, die über einen Teig aus Eifenfeil und Schwefel gefperrt, und durch denfelben ihres Sauerftoff-

gas beraubt worden war. Auch in dieser Gasart zeigte sich die Wirksamkeit der Säule in allen Beziehungen wieder völlig so, als in den vorigen Versuchen.

Nun wurde der Cylinder, nachdem er ausgeleert worden, auf dieselbe Art, wie zuvor, mit sehr *reinem Sauerstoffgas* gefüllt, das aus Braunstein übergetrieben war. Wir fanden, daſs die Erschütterungen der Säule darin stärker, und die Funken viel gröſser, glänzender und leichter zu erhalten waren, als in irgend einem der vorigen Versuche. Wir pumpten den Cylinder aus, um diese Wirkungen mit denen im luftleeren Raume unmittelbar zu vergleichen, und waren nicht wenig verwundert, jetzt die Erschütterungen weit schwächer und die Funken weit kleiner, nicht bloſs als im Sauerstoffgas, sondern auch als im luftleeren Raume der vorigen Versuche zu finden. Als wir zum zweiten Mahle Sauerstoffgas hineinlieſsen, erschienen alle Wirkungen wieder in derselben Stärke, wie das erste Mahl; und bei Wiederherstellung des luftleeren Raumes schienen sie wieder ungefähr bis zu demselben Grade, wie vorhin, geschwächt. Als wir endlich atmosphärische Luft in den Cylinder lieſsen, stellten sich die Wirkungen fast in demselben Grade als in den beiden vorhergehenden Versuchen wieder her.

Was soll man aus diesen Versuchen in den Gasarten und im luftleeren Raume schlieſsen, die wir uns schmeicheln mit möglichster Sorgfalt angestellt

zu haben, und welche uns doch so verschiedne Resultate über den Einfluss des luftleeren Raums auf die Wirksamkeit der Säule gegeben haben? Dieser Einfluss, der am Vormittage wenig oder gar nicht merklich schien, war am Nachmittage sehr bedeutend, obschon viel daran fehlte, dass der luftleere Raum, der so vollkommen war, als man ihn nur erhalten kann, die Wirkung der Säule ganz aufgehoben hätte, wie das Mehrere beobachtet zu haben behaupten. Sollte der veränderte Zustand der Säule einige Stunden nach ihrer Errichtung, diesen Einfluss des luftleeren Raums auf die Wirksamkeit der Säule, der nur in den letzten Versuchen sich äusserte, bewirkt haben? — Sauerstoffgas, welches die Säule umgiebt, scheint nach den letztern Versuchen ihre Wirksamkeit zu erhöhen. Doch hängt die Wirksamkeit der Säule nicht bloss hiervon ab, wie Einige behauptet haben; das beweisen die ungeschwächten Wirkungen der Säule, die wir sowohl im luftleeren Raume, als im Stickgas und im Kohlenstoff-Wasserstoffgas wahrgenommen haben. Ich behalte es mir indessen vor, zu untersuchen, wie diese letztern mephitischen Gasarten auf die Säule wirken, wenn man diese längere Zeit darin lässt, auch diese Versuche im luftleeren Raume und in Gasarten, mit Säulen, deren Pappscheiben bloss mit Wasser, statt mit Salmiak, genässt sind, zu wiederhohlen, weil die Wirkung solcher Säulen gleichförmiger ist.

3. Um den Einfluss der Oxydirung auf die Wirksamkeit der Säule von allen Seiten her zu erfor-

fchen, baueten wir endlich noch Säulen auf, deren Pappfcheiben mit Auflöfungen benetzt wurden, die auf keine Art die Metalle zu oxydiren vermögen. Zu dem Ende tränkten wir die Pappftücke einer Säule, die aus 12 Plattenpaaren von 5 Zoll Breite beftand, mit einer möglichft concentrirten Auflöfung von *Kali.* Diefe Säule war weit wirkfamer als eine ähnliche, deren Pappftücke wir in reinem Waffer genäfst hatten; die Funken wurden in ihr fchon am 3ten Plattenpaare von unten her fichtbar, und oben am 12ten Plattenpaare zeigten fich ftrahlende Funken, während in der andern Säule die Funken erft am 11ten oder 12ten Plattenpaare kaum noch fichtbar wurden. Als wir jene Säule aus einander nahmen, fand fich, dafs die polirten Flächen des Kupfers und des Zinks durch das Kali nicht verändert worden waren. — Die Wirkungen von Pappftücken, die wir mit flüffigem fchwefelfauren Kali getränkt hatten, waren weit fchwächer und von kürzerer Dauer.

Ich fehe, nach allen diefen Verfuchen über den Einflufs der Oxydirung auf die Wirkfamkeit der Säule, nicht ab, dafs fie uns gültige Gründe an die Hand geben, beftimmt zu läugnen, dafs die Oxydirung der Metalle durch die Salzfäure, allein, oder in Verbindung mit der Wirkung des Ammoniaks, nicht etwas zur Wirkfamkeit der Säule beitragen könne. Ich wünfchte fehr, zu erfahren, ob Ihre Verfuche Ihnen mehr Aufklärung hierüber verfchafft haben.

Zum Schluſſe dieſes Briefs hier noch die Reſultate einiger Verſuche, die ich in einer Vorleſung über Ihre electriſche Säule anſtellte, welche ich vorgeſtern im Teylerſchen Saale gehalten habe.

Ich hatte unſre breite Säule aus 5zölligen Platten bis auf 200 Plattenpaare vermehrt; ſie wurde in dieſer Vorleſung zum erſten Mahle, in 6 Säulen vertheilt, aufgerichtet. Ungeachtet die 60 zuletzt verfertigten Kupferplatten nicht fehlerfrei waren, da ihnen, wegen Kürze der Zeit, noch nicht nachgeholfen war, und ein Miſsgriff meines Gehülfen in der Wahl der Pappe mich nicht die volle Wirkſamkeit dieſer Säule erwarten lieſs, ſo gelang es mir doch, mittelſt ihrer 23 Zoll Eiſendraht von No. 16 völlig zu Kügelchen zu ſchmelzen, und 33 Zoll von dieſem Drahte ſeiner ganzen Länge nach zum Rothglühen zu bringen.

Ich ſtellte zwei Säulen aus 20 Plattenpaaren Kupfer und Zink, die eine von 1½ Zoll Durchmeſſer, die andere aus 5 Zoll breiten Platten, beide mit gleichmäſsig gefeuchteten Pappſtücken neben einander, und bat mehrere meiner Zuhörer, die Schläge beider mit einander zu vergleichen. Keiner bemerkte zwiſchen beiden die mindeſte Verſchiedenheit.

Nach der Vorleſung nahm ich die breite Säule aus einander, und bauete mit Beihülfe meiner Freunde L'Ange und van den Ende eine Säule aus 20 Plattenpaaren, jede 10 Zoll ins Quadrat, auf, wobei wir uns alle Mühe gaben, die Ränder der

4 Platten, woraus jede Platte dieſer Säule zuſammengeſetzt wurde, in genaue Berührung zu bringen, auch, um die Berührung zu vermehren, zwiſchen das Kupfer und den Zink jedes Plattenpaars noch eine ſehr dünne Kupferplatte legten. Die Pappſtücke wurden, wie die der vorigen Säulen, mit Salmiak genäſst. Bei wiederhohlten Vergleichungen der *Schläge* dieſer 10 Zoll breiten Säule, mit den Schlägen der 1½zölligen Säule von gleich viel Plattenpaaren, konnten wir zwiſchen beiden nicht den geringſten Unterſchied bemerken. *) — Vom Drahte No. 16 vermochten wir mittelſt ihrer nicht über 5 Zoll zu ſchmelzen. Die Stärke der Säulen nimmt alſo nicht im Verhältniſſe der Oberfläche ihrer Plattenpaare zu; denn dieſe war hier 4mahl gröſser als in der 5zölligen Säule von 20 Plattenpaaren, und doch ſchmolz letztere 4 Zoll dieſes Drahts, welches

*) Dieſe Verſuche, mit denen auch Hrn. Simon's Erfahrungen, (*Annalen*, IX, 385,) übereinſtimmen, widerlegen alſo völlig Biot's Behauptung, (oben S. 27 und 28,) über die Verſchiedenheit der Erſchütterungen breiter und ſchmaler Säulen, unter übrigens gleichen Umſtänden; eine Behauptung, die Biot überhaupt mehr auf ſeine Hypotheſe von gröſserer Geſchwindigkeit des electriſchen Stroms in ſchmälern Säulen, als auf ſorgfältige vergleichende Verſuche geſtützt zu haben ſcheint, obgleich die Identität beider Erſchütterungen recht wohl mit dieſer Hypotheſe beſteht und aus ihr ſich vielleicht erklären lieſse. *d. H.*

auch ſehr gut mit den Verſuchen übereinſtimmt, die ich im Auguſt angeſtellt und oben, (S. 136,) angeführt habe.

Ich habe mir noch eine Menge anderer Verſuche vorgeſetzt, und behalte es mir vor, Ihnen die Reſultate derſelben in einem zweiten Schreiben mitzutheilen. Mit der vollkommenſten Hochachtung u. ſ. w.

Harlem den 29ſten Nov. 1801.

II.

Ueber das Verschlucken des Sauerstoffgas durch die Voltaische Säule,

von

Biot und F. Cuvier
in Paris. *)

Wir stellten auf eine pneumatische Wanne eine Säule aus Kupfer, Zink und Tuchscheiben, die mit einer starken *Alaunauflösung* getränkt waren, brachten ihre Enden durch Eisendraht in Verbindung, und stürzten über sie einen Glascylinder, **) der nur wenig weiter a's das Fussgestell der Säule war, so dass sich die geringste Veränderung der Luftmenge

*) Zusammengezogen aus den *Annales de Chimie*, t. 39, No. 117, p. 242 f.; aus einer Abhandlung, die früher als der Aufsatz S. 24 f. geschrieben zu seyn scheint. (Vergl. S. 33.) *d. H.*

**) Dieser und die folgenden Versuche wurden also ziemlich unter gleichen Umständen mit denen Davy's, (*Annalen*, VIII, 2 f.,) angestellt, und unterscheiden sich von den Versuchen, die Herr Dr. van Marum in dem vorhergehenden Aufsatze, S. 152 f., beschrieb, wesentlich dadurch, dass in ihnen die Säulen *im geschlossnen*, in letztern dagegen im *nicht-geschlossnen* Zustande waren. Dass die Säule im erstern Zustande weit mehr Sauerstoffgas als im letztern absorbirt, zeigen Biot's Versuche im vorigen Hefte, S. 31 f. *d. H.*

im Cylinder, durch Veränderung des Wafferftandes in demfelben zeigen mufste. In weniger als einer halben Stunde fing das Waffer an in den Cylinder anzufteigen, und bald war eine Menge Luft abforbirt.

Um Refultate etwas mehr im Grofsen über diefe Abforption zu erhalten, nahmen wir eine ftärkere Säule, und ftürzten darüber einen Glascylinder, der 1 Decimètre weit, und 5 Decimètres hoch war. Die Eifendrähte, welche als Leiter dienten, gingen durch Röhren voll Waffer, bogen fich unter dem Glascylinder um, und ftanden aufserhalb der Wanne durch ein Gefäfs voll Waffer mit einander in leitender Verbindung. Wir verficherten uns von der Wirkfamkeit der Säule mittelft eines fehr kleinen Gasapparats. Nach 48 Stunden war das Waffer über 1 Decimètre um die Säule angeftiegen, indefs es in Glocken, welche auf derfelben pneumatifchen Wanne daneben ftanden und atmofphärifche Luft ohne eine Säule enthielten, fein Niveau nicht verändert hatte. Es fand fich ungefähr $\frac{1}{5}$ der ganzen Gasmenge abforbirt;*) der Rückftand war merklich leichter als atmofphärifche Luft, und verlöfchte Wachslichter augenblicklich, woraus wir fchloffen, dafs es Stickgas fey. *Folglich zerfetzt die Voltaifche Säule die fie umgebende atmofphärifche Luft, und abforbirt den Sauerftoff derfelben.*

*) Vergl. *Annalen*, VIII, 19. *d. H.*

Um auszumachen, ob die Wirksamkeit der Säule durch diesen Sauerstoff der atmosphärischen Luft erhöht wird, setzten wir die Säule in ein enges cylindrisches Glas, über das eine viel grösere Glasglocke von bekanntem Inhalte gestürzt wurde. Die Enddrähte der Säule gingen durch Glasröhren voll Quecksilber, (deren eine, für den untern Pol, bis auf den Boden des cylindrischen Glases hinab reichte,) und standen, wie zuvor, ausserhalb des Apparats in leitender Verbindung. Die Luft zwischen beiden Gläsern wurde mittelst einer Röhre so weit ausgesogen, dass das Wasser bis auf $\frac{9}{10}$ der äussern Glocke in die Höhe trat. Als die Säule, von deren Wirksamkeit man sich mittelst einer kleinen Gasröhre überzeugte, 17 Stunden lang in der wenigen übrigen Luft gestanden hatte, schien diese, nach der Absorption zu urtheilen, allen Sauerstoff verloren zu haben; zugleich gab die Säule nun keine Schläge mehr, bewirkte auf der Zunge nur einen sehr geringen Geschmack, und entband in einer ganz frischen Gasröhre nicht ein Luftbläschen, so dass wir endlich ihre ganze Wirksamkeit für aufgehoben hielten. Nun wurde eine sehr geringe Menge Sauerstoffgas in die Glocke gebracht. Im Augenblicke erschienen in der Gasröhre wieder Gasblasen, und so wie wir mehr Sauerstoffgas hineinbrachten, nahm die Gasentwickelung zu, bis sie endlich so beträchtlich als zu Anfang war; zugleich wurden die Schläge wieder sehr merklich und der Geschmack unerträglich brennend. Nachdem wir wenigstens

4mahl mehr Sauerſtoff hineingelaſſen hatten, als Stickgas rückſtändig war, ſtand das Waſſer in der Glasglocke 2 Centimètres unter dem Niveau der äuſsern Waſſerfläche; wir lieſsen die Säule darin 24 Stunden fortdauernd wirken, worauf das Waſſer in der Glocke um eben ſo viel über der äuſsern Waſſerfläche ſtand, ſo daſs wenigſtens 1½ Kubik-Decimètres Sauerſtoffgas während dieſer Zeit verſchluckt worden waren. Man ſieht aus dieſem Verſuche, *daſs der Sauerſtoff, den die Säule der atmoſphäriſchen Luft entzieht, dazu beiträgt, die Wirkſamkeit der Säule zu verſtärken.*

Iſt aber Sauerſtoff in der umgebenden Atmoſphäre zur Wirkſamkeit der Säule unentbehrlich? Um dieſes zu beantworten, ſetzten wir eine zwiſchen 3 Glasſäulen errichtete Säule von 40 Plattenpaaren Zink und Kupfer, an die eine feine hermetiſch verſchloſsne Gasröhre angebracht war, unter den Recipienten einer Luftpumpe, zogen die Luft aus, und beobachteten während deſſen den Gasſtrom. Er war in freier Luft ſehr ſtark, und blieb auch während des Auspumpens und nach demſelben ſo lebhaft, daſs ſich dieſes nicht der Einwirkung der wenigen im Recipienten noch übrigen Luft zuſchreiben lieſs. — Wir wiederhohlten dieſen Verſuch noch auf eine bequemere Art unter einer Spindelglocke. Als die Luft bis auf 3 Linien Queckſilberhöhe in der Barometerprobe ausgepumpt war, erhielten wir mittelſt der Spindel noch immer ſehr heftige Erſchütterungen, und die Gasentwickelung in einem

mit der Säule verbundnen Gefäſse voll Waſſer blieb ſo ſtark als gewöhnlich. Wir ſchlieſsen daraus, *daſs die Voltaiſche Säule eine eigenthümliche, von der äuſsern Luft unabhängige Wirkſamkeit beſitzt.* Wir haben viel Sorgfalt angewandt, um uns von dieſem Reſultate zu verſichern, weil einige Phyſiker angekündigt haben, die Wirkſamkeit der Säule höre im luftleeren Raume auf. Die Richtigkeit unſrer Verſuche iſt nicht zu bezweifeln. *)

Man weiſs, daſs unter dem Recipienten der Luftpumpe eine geladne electriſche Flaſche, nachdem der Druck (und der Widerſtand) der äuſsern Luft fortgenommen ſind, ſich entladet, indem das electriſche Fluidum aus der innern Belegung durch den damit verbundenen Haken, nach der äuſsern Belegung, von der es angezogen wird, in Lichtbüſcheln überſtrömt. Sollte ſich nicht auch die Voltaiſche Säule in unſerm letzten Verſuche von ſelbſt entladen?

*) Nur ſind es nicht dieſelben Verſuche, wie die dieſer Phyſiker. Da die Tuchſcheiben Biot's mit *Alaunauflöſung*, folglich mit einem Salze, das ſich in der Säule zerſetzt, genäſst waren; ſo konnte dieſes Salz den nach einigen Phyſikern zur Wirkſamkeit der Säule unentbehrlichen Sauerſtoff hergeben, wie das in Davy's Verſuchen, *Ann.*, VIII, 15, d, und ferner der Fall zu ſeyn ſchien. Nur Säulen, die *reines Waſſer* zum feuchten Leiter haben, verlieren im luftleeren Raume ſogleich ihre ganze Wirkſamkeit, (*Annalen*, VIII, 6, c.) *d. H.*

III.

Vermischte physikalische Bemerkungen,

von

Herrn Prof. Parrot
in Riga,

in einem Briefe an den Herausgeber.

1. Gänzliche Umschaffung der Hygrometrie; neue auf bewährte Versuche gegründete Theorie der wässerigen Meteore; jetziger Zustand und fernere Bearbeitung der Meteorologie. — 2. Ueber Berthollet's Vertheidigung des Phosphor-Eudiometers gegen Hrn. von Humboldt; Parrot's verbessertes Phosphor-Oxygenometer und dessen Gebrauch; eine gasförmige Phosphorsäure; und den wahren Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft. — 3. Wie ließen sich Gewitter unschädlich machen?

Riga im Juli 1801.

Endlich erhalten wir in unsern hyperboräischen Gegenden wieder litterärische Produkte aus dem lieben Deutschland, und also auch einige Hefte Ihrer Annalen. Ich kann Ihnen nicht sagen, wie ihr Inhalt mich nach dieser langen Zeit des Mangels erfreut und erquickt hat. — — — Vergönnen Sie mir dagegen das Vergnügen, mich auch meines Theils mit Ihnen und den Lesern der Annalen von einigen Gegenständen, die Ihnen und uns theuer sind, zu unterhalten.

1. *Umschaffung der Hygrometrie; neue Theorie der wässerigen Meteore; jetziger Zustand und fernere Bearbeitung der Meteorologie.*

Man streitet noch über die *ersten Grundsätze der Hygrometrie*, und ersindet noch neue Hygrometer! Wenn meine *Grundzüge einer Theorie der Ausdünstung und des Niederschlags des Wassers in der atmosphärischen Luft* in den Händen des Publicums seyn werden, *) wird sich, hoffe ich, vieles von diesen Streitigkeiten ausgleichen. Ich habe zwar darin die Hygrometrie nur nebenher berührt, aber doch genug davon gesagt, um vielleicht zu einer nähern Erklärung aufgefordert zu werden. Ich habe endlich dort behauptet, dass die Hygrometrie *durchaus ganz umgearbeitet* werden müsse, und dass man nur auf sehr wenige ihrer Data bauen dürfe. Erlauben Sie mir, die Strenge dieses Urtheils über eine Wissenschaft, an deren Spitze de Lüc und Saussüre sich befinden, zu motiviren.

Auf entscheidende Versuche gestützt, statuire ich in obiger Abhandlung zweierlei Ausdünstungen und Niederschläge, *die physischen* und *die chemischen*. Jene hängen von der Temperatur, diese von dem Sauerstoffgehalte der Luft ab.**) Bei uns giebt es unter

*) Vergl. Voigt's *Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde*, B. 3, S. 1 — 57. *d. H.*

**) Herr Prof. Parrot hatte von einerlei Luftart einen Theil über mildem gepulverten Kali, (um kein kohlensaures Gas dabei zu zersetzen,) sorgfältig

dem Frierpunkte des Waſſers keine phyſiſchen Dünſte, keine Ausdünſtung und keinen Niederſchlag, ſon-

getrocknet, einen andern Antheil, (indem er ihn durch Waſſer, das mit Luftſäure geſättigt war, durchgehn lieſs,) mit Feuchtigkeit möglichſt geſchwängert. In zwei ſeiner ſehr genauen harmonirenden Phosphor-Eudiometer wurde darauf, in dem einen die *feuchte*, im andern die *trockne* Luft der Einwirkung des Phosphors ausgeſetzt. Die Zerſetzung des Sauerſtoffgas erfolgte in der *feuchten* Luft in einer zwei- bis dreimahl kürzern Zeit, als gewöhnlich, unter Erſcheinung vieles grauen Dunſtes, und eines ſtarken wäſſerigen Niederſchlags, womit ſich der Phosphor und das Eudiometer in deſſen Nachbarſchaft überzogen. In der *trocknen* Luft ging die Zerſetzung noch einmahl ſo langſam, als bei gewöhnlicher atmoſphäriſcher Luft vor ſich, ohne grauen Dampf, und ohne wäſsrigen Niederſchlag, wovon ſich nur zu Ende der Operation einige kaum bemerkbare Spuren zeigten. Das Barometer ſtand auf 27″ 9‴, das Thermometer auf + 15° R., und nach allen Correctionen, (auch der wegen der gasförmigen Phosphorſäure, wovon weiterhin die Rede ſeyn wird, und welche Herr Parrot in der angeführten Abhandlung noch nicht mitnimmt, die ich aber hierbei mit in Rechnung gebracht habe,) betrug die wahre Abſorption in der *feuchten* Luft 0,25174, in der *trocknen* Luft 0,23138: mithin der Unterſchied in beiden 0,02036; ein Unterſchied, der ſich lediglich aus dem Niederſchlage des Waſſers aus der feuchten Luft, der es in elaſtiſcher Form

ſondern jeder Niederſchlag, jeder Nebel in dieſer Temperatur iſt Wirkung einer Verminderung des

Form beigemiſcht war, ableiten läſst. Nach Sauſſüre's ſehr ſorgfältigen Verſuchen dehnt ſich Luft von dieſer Temperatur, (doch bei einem beträchtlich geringern Barometerſtande, wo ſie weniger Feuchtigkeit aufzunehmen vermag,) wenn ſie mit Feuchtigkeit geſchwängert wird, um $\frac{1}{54}$ = 0,01852 ihres Volums aus. Folglich wird *beim Zerſetzen des Sauerſtoffgas* der atmoſphäriſchen Luft durch Phosphor, aus ihr *alle* darin befindliche Feuchtigkeit, (und zwar in Geſtalt von grauem Nebel,) und ſelbſt der *allerkleinſte* Antheil von Dunſt, (wie der Erfolg in der getrockneten Luft beweiſt,) niedergeſchlagen. Herr Parrot ſchlieſst daraus, 1. daſs alle *Eudiometer*, wo die zu prüfende Luft durch Waſſer hineingelaſſen wird, alſo beſonders auch das Salpetergas-Eudiometer,) den Sauerſtoffgehalt dieſer Luft um 0,2 zu groſs angeben; daſs man 2. um den *wahren Gehalt an Sauerſtoffgas* in einer Luft zu entdecken, ſie auf obige Art vollkommen befeuchten, und von der angezeigten Abſorption etwa 0,2 abziehn müſſe; 3. daſs man mittelſt des Phosphor-Eudiometers auch ſtets den *wahren Gehalt einer Luftgattung an Feuchtigkeit* entdecken könne, wenn man ſie in einem Eudiometer wie ſie iſt, in einem zweiten mit Feuchtigkeit geſättigt, zerſetzt, da der Unterſchied der Abſorption den abſoluten Feuchtigkeitsgehalt giebt; und 4. daſs die Gegenwart des Waſſers die Oxydation des Phosphors ſehr beſchleunigt: Folgerungen, welche wir hoffen dürfen in der *Eudiometrie*, an der Herr Par-

Sauerstoffgehalts. Hingegen gehn die Prozesse der chemischen Ausdünstung unter allen bekannten Temperaturen vor sich.

rot arbeitet, noch weiter bewährt und genauer berichtigt zu finden.

In einigen Flaschen mit natürlich feuchter Luft, in welche *Fliegen* eingesperrt wurden, überzogen sich die Wände mit einem starken Dunstniederschlage, der endlich in Tropfen zusammenfloss, indess in Flaschen ohne Fliegen, auch nicht eine Spur von Niederschlag zu bemerken war. — In einer künstlich gefeuchteten Luft von demselben Umfange, die in einer Flasche ohne Fliege ebenfalls keine Spur von Niederschlag gab, bewirkte eine einzige Fliege noch einmahl so viel Niederschlag, als in der natürlich feuchten Luft 5 Fliegen. — Da bei einer Zersetzung der atmosphärischen Luft im Eudiometer durch 12 Fliegen, die darein eingesperrt wurden, ungeachtet des dabei sich bildenden kohlensauren Gas, doch die Absorption noch 0,015 betrug, so findet dabei wenigstens keine Dilatation der Luft statt, der man die Niederschläge zuschreiben könnte. Man muss mithin schliessen, dass der *thierische Lebensprozess* die Dünste aus der atmosphärischen Luft durch die Entziehung des Sauerstoffgas niederschlägt; (diesem allein schreibt Herr Parrot die Feuchtigkeit der ausgeathmeten Luft zu.) — Dasselbe ist der Fall beim schnellen Verbrennen. Zwei *Wachslichter*, deren jedes in $3\frac{3}{8}$ Kubikfuss atmosphärischer Luft, das eine in ziemlich trockner, das andere in künstlich befeuchteter, brannten, erloschen beide nach 28 Minuten, nachdem

Was ist nun die Hygrometrie? Wie wird sich
liese Wissenschaft durch die Labyrinthe der man-
igfaltigen Spiele dieser beiden Prozess-Gattungen

jedes 28 Gran Wachs verzehrt hatte; dabei entstand in der feuchten Luft ein wenigstens noch einmahl so starker wässriger Niederschlag. — Dass *glühende Kohlen* auf dieselbe Art behandelt, in beiden keinen Niederschlag zeigten, erklärt sich genügend aus der grossen Verwandtschaft der Kohle zur Feuchtigkeit, die daher wahrscheinlich im Augenblicke des Niederschlags von der Kohle verschluckt wurde. — Es lässt sich hieraus schliessen, dass bei allen solchen Oxydationsprozessen, *lediglich die Entziehung des Sauerstoffgas den Niederschlag der Dünste bewirkt.* — Da überdies der Niederschlag in dem rückständigen Gas Monate lang blieb, ohne wieder zu verdunsten; so scheint *weder Stickgas, noch kohlensaures Gas, für sich Wasser aufgelöst erhalten zu können.* (Schon Fontana hatte bewiesen, dass Sauerstoffgas mehr als noch einmahl so viel Feuchtigkeit als gemeine Luft aufnimmt.)

Selbst als zwei Flaschen, eine mit *reinem Stickgas*, die andere nur den vierten Theil so grosse mit *feuchter atmosphärischer Luft*, mit ihren Oeffnungen an einander gebracht wurden, so dass beide Luftarten auf einander wirken konnten, wurde, ohne dass eine Trübung vorging, nach ¼ St. in letzterer ein wässriger Niederschlag sichtbar, der allmählig zunahm, nach einigen Stunden aber wieder völlig verschwunden war, und sich in etlichen Tagen nicht wieder zeigte, ungeachtet die Temperatur immer unverändert von

winden? Die einzige Aufgabe, (freilich diejenige, deren Auflöſung alle Geſetze dieſer Wiſſenſchaft

10° R. blieb. (Wurde ſtatt der atmoſphäriſchen Luft feuchtes *Sauerſtoffgas* genommen, ſo war der Erfolg derſelbe, nur beträchtlich ſchneller, und der Niederſchlag etwas beträchtlicher.) — Mithin *reicht ſchon die bloſse Entziehung des Sauerſtoffgas, auch ohne daſs dadurch eine eigentliche Oxydation hervorgebracht wird, hin, den Dunſt niederzuſchlagen*, der ſich nachher in dem mit Sauerſtoffgas verbundnen Stickgas der andern Flaſche wieder auflöſte. Und daraus folgt, daſs *die atmoſphäriſche Luft nur vermöge ihres Sauerſtoffgehalts Waſſer aufgelöſt enthalten kann*, und zugleich die Wirklichkeit eines *chemiſchen Dunſtes*.

Was den *phyſiſchen Dunſt* betrifft, ſo zeigte ſich dadurch, daſs auch in der zerſetzten, alles Sauerſtoffgas beraubten Luft, (die, nach den vorigen Verſuchen zu urtheilen, gar kein Aufenthalt für Dünſte zu ſeyn ſchien,) bei Erwärmung oder Erkältung der Seite des Glaſes, die niedergeſchlagnen Dünſte immer alle an die kältere Seite ſich anſetzten, (indem ſie bei Vermehrung ihres freien Wärmeſtoffs, oder bei Verminderung des Drucks der ſie umgebenden Luft durch Erkältung, ihre Dampfgeſtalt wieder annehmen, und ſich an die kältern Stellen niederſchlagen,) daſs reines Stickgas und kohlenſaures Gas den Waſſerdünſten *zum Durchgange* von einer Seite des Gefäſses zur andern dienen müſſe, ſo gut als die Torricelliſche Leere. — Als Herr Parrot eine Flaſche mit *reinem Stickgas*, das mit Waſſer geſchüttelt worden, und eine ähnliche mit künſtlich *gefeuch-*

liefern muſs,) die Quantität und die Qualität des in einer gegebenen Luftportion enthaltenen Waſſers

teter atmoſphäriſcher Luft von + 15° R. durch eine froſterzeugende Miſchung von Eis und Kochſalz bis auf — 13° erkältete, zeigte ſich in *beiden* Flaſchen ein Niederſchlag, (in letzterer etwas ſtärker,) ohne ſichtbaren Dunſt, weder beim Niederſchlagen, noch beim Wiederverdünſten als die Flaſchen zur erſten Temperatur zurückkamen. Der Niederſchlag mochte nur $\frac{1}{10}$ deſſen ſeyn, den die Oxydation befeuchteter Luft bewirkt, zeigte ſich bei 0° ſchon in derſelben Menge als bei — 13°, fror in ſtarker Kälte wie ein zarter Reif an, und zeigte ſich auf dieſelbe Art auch in allen Rückſtänden der durch Oxydations-Prozeſſe zerſetzten atmoſphäriſchen Luft, wo das zuvor bei der Oxydation niedergeſchlagne Waſſer zuletzt als eine ſtrahlige Eiskruſte anfror. In den nicht-zerſetzten Luftarten entſtand bloſs der feine Reif, aber keine Eiskruſte; und in dem Phosphor-Eudiometer änderte ſich beim Niederſchlage dieſes Reifs der Stand des Queckſilbers in der Skalenröhre nicht; ein Beweis, daſs es bloſs ein mechaniſches Niederfallen iſt.

Hieraus ſchlieſst Herr Parrot, daſs in feuchter und trockner atmoſphäriſcher Luft, ſo wie in reinem oder mit Phosphor oder Kohlenſäure gemiſchtem Stickgas *ein Antheil Waſſerdunſt unaufgelöſt enthalten iſt, der bloſs durch den freien Wärmeſtoff ſeine Dunſtgeſtalt hat,* und der Menge nach etwa $\frac{1}{10}$ des chemiſchen Dunſtes beträgt; daſs ſie dieſen *phyſiſchen Dunſt* ſpätſtens bei einer Temperatur von 0° R. fallen laſſen, ohne daſs eine grö-

zu bestimmen, ist nun sehr verwickelt, kann aber jetzt aufgelöst werden, welches bei unsern vorigen Kenntnissen unmöglich war.

ssere Kälte, (weder in zersetzter noch unzersetzter Luft,) weiter einen Niederschlag bewirkt, und dass diese durch Wärmestoff erzeugten Dünste weder die Luft trüben, so lange sie nicht mit ihnen übersättigt ist, noch ihr Volum vergrössern. Dass endlich die *chemischen*, (in der atmosphärischen Luft aufgelösten,) *Dünste*, sich durch keine Erkältung aus ihr niederschlagen, da bei einer Erkältung von 28°, aus atmosphärischer Luft und Stickgas gleich viel Niederschlag erfolgte. Höchstens erhöht die Gegenwart des Sauerstoffs in jener die Fähigkeit des Stickgas ein wenig, Dunst durch Wärmestoff aufzunehmen.

Den grösten Theil ihres Dunstes enthält die Luft *chemisch*, im Sauerstoffgas aufgelöst, und also nach Maassgabe ihrer chemischen Grundmischung, ihres Sauerstoffgehalts. Er expandirt sie mehrentheils um $\frac{1}{34}$ ihres Volums, und wird durch Temperatur-Veränderungen nicht merklich afficirt. — Der in der Luft nicht aufgelöste *physische* Dunst wird bloss vermöge des Wärmestoffs in ihr schwebend erhalten, und diese physische Ausdünstung ist eine blosse Aufnahme der durch den Wärmestoff losgerissenen Wassertheilchen. Beide Auflösungen haben ihren eignen Sättigungspunkt und scheinen in vielen Fällen von einander unabhängig zu seyn. Der physische beträgt höchstens $\frac{1}{10}$ des zur Sättigung der Luft nöthigen chemischen Dunstes, und kann daher nur $\frac{1}{10}$ gewisser wässriger Meteore erklären. Durch Ent-

Das in der Luft vermöge der *chemischen* Ausdünstung enthaltene Wasser ist in der Gestalt einer beständig elastischen Flüssigkeit da, von je-

ziehung des Wärmestoffs wird er niedergeschlagen, und zwar bis zum Frostpunkte ganz und gar, so dass unter dem Eispunkte kein physischer Dunst mehr in der Luft bleibt, daher in dieser Temperatur jeder Niederschlag als Nebel erscheinen muss, da es an Wärmestoff fehlt, ihn durchsichtig zu machen. Oxydationen und Desoxydationen wirken auf ihn gar nicht. — „*Wie* er in der Luft schwebend erhalten wird, darüber ist es nicht nöthig, sich auf Hypothesen einzulassen und neue Vesicular-Systeme zu erfinden: genug, dass genaue Erfahrungen ausweisen, dass solche Dünste in jeder Luft, in jedem Gas, ja sogar ohne Luft bestehn können; dass ihre specifische Schwere vom äussern Drucke, (mithin vom Grade der Elasticität,) der Luft, in der sie schweben, abhängt, weshalb sie sich *bei jeder Elasticität* der Luft durchsichtig erhalten können, sogar in höhern kältern Regionen, wo der geringere Luftdruck den Verlust an Wärmestoff, wo auch nicht ganz und immer, doch zum Theil und in sehr vielen Fällen compensirt." [Ob alle Physiker dieses als annehmbar einräumen werden? Vergl. *Annalen*, IV, 314.] „Eben diese bald ganz, bald nur zum Theil erfolgende Compensation erklärt ohne Zwang die *heitere Luft* und *die leichtern nebelartigen Wolken*, die in der Atmosphäre vorkommen." — „Da nach dieser Ansicht", (bemerkt Herr Parrot an einer andern Stelle,) „die Dünste sich allerdings in jeder hinlänglich schweren

dem bekannten Drucke, von jeder bekannten Temperatur unabhängig, und kann nur durch die Zer-

Gasart, bloſs durch die Wirkung des Wärmeſtoffs erheben, aber nur durch ihre Verwandtſchaft zum Sauerſtoffgas in eine Gasart verwandeln können; ſo wäre hierdurch die *de Lücſche* mit der *Sauſſüriſchen Theorie* vereinigt, und zwar mit Hebung aller de Lücſchen Einwendungen, welche immer nur auf die Entſtehung der Dünſte Bezug haben."

Die Bildung des *chemiſchen Dunſtes* hält nämlich Herr Parrot für eine wahre *Oxydation*, welche faſt in allen Umſtänden mit den meiſten Metall-Oxydationen übereinzuſtimmen ſcheine. So wie das Sauerſtoffgas feſtes Metall aufzulöſen vermag, ſo greife es durch ſeine chemiſche Kraft auch Waſſer in feſter Geſtalt, *Eis*, an, ſey dieſes noch ſo kalt, und ſättige ſich damit, (woraus die bekannte Verdünſtung des Eiſes begreiflicher werde, als wenn man ſie, nach der bisherigen Vorſtellungsart, dem Wärmeſtoffe zuſchreibe, der dann, zu einer Zeit, wo er Eis nicht einmahl in flüſſiges Waſſer zu verwandeln vermöge, doch Eisdämpfe müſste bilden können; [man vergl. indeſs hierüber *Annalen*, II, 268, 269, und V, 354,] und nach der wir im Winter lauter gefrorne Ausdünſtungen, d. h., einen ſtets mit Schneeflocken getrübten Himmel, ganz gegen alle Erfahrung haben müſsten.) So wie ſich Metalle in flüſſiger Form leichter als in feſter oxydiren, ſo löſe auch das Sauerſtoffgas das flüſſige Waſſer ſchneller als feſtes auf, (ungeachtet vermeintlicher Erfahrungen für das Gegentheil;) eben ſo wenig als bei den meiſten Metall-Oxydationen, bilde ſich bei

setzung des Sauerstoffgas niedergeschlagen werden, wird es aber durch jede Zersetzung dieses Gas.

dieser Wasseroxydation eine Säure, und so wie die Metalle, so werde auch das Wasser durch Phosphor, Kohlenstoff u. s. w. desoxydirt. — Herr Parrot ist geneigt, zu glauben, dass das *Sonnenlicht* zu der Auflösung des Wassers in Sauerstoffgas, doch nicht zur Erhaltung dieses Zustandes, nöthig sey, (wie das Zerstreuen der Nebel durch Sonnenlicht, und die vielen Räthsel der nächtlichen Phänomene, die unter dieser Voraussetzung glücklich zu lösen wären, ihm anzudeuten scheinen;) bedient sich jedoch dieses noch unerwiesenen Umstandes, (den Graf Rumford wenigstens nicht zugeben würde, *Ann.*, II, 268,) mit Recht, nicht zu seinen Erklärungen der wässrigen Meteore, um keine blosse Hypothese mit hinein zu flechten.

Dieser Theorie gemäss, macht sich Herr Parrot von dem ganzen *Geschäfte der Ausdünstung, des Niederschlags, und der Bildung der Nebel und Wolken im Luftkreise* folgende Vorstellung, bei der er, wie er sagt, nur noch die bekannten und hinlänglich bewährten Erfahrungen, dass Ausdünstung des Wassers *Kälte*, Niederschlag *Wärme*, (wenn auch nicht für unsre Empfindung,) erzeugt; dass bei jeder Verwandlung des Wassers in Dunst, und umgekehrt, Volta's Versuchen gemäss, *Electricität* thätig ist, und zwar in beiden Prozessen entgegengesetzte; und dass Electricität das Sauerstoffgas zersetzen kann, zu Hülfe nimmt.

Ausdünstung, Bildung von Nebel. Eine noch nicht physisch und chemisch mit Dünsten gesättigte Luft-

Das in der Luft vermöge der *phyſiſchen* Ausdünſtung enthaltene Waſſer iſt nicht im beſtändig

|

ſchicht, welche mit einer Waſſer- oder Eisfläche in Berührung kömmt, löſt mittelſt ihres Gehalts an Sauerſtoffgas Waſſertheile auf: dieſe vertheilen ſich nicht nur, wie bei allen Auflöſungen, allmählig in die nächſten Schichten aufwärts; ſondern die chemiſche Ausdünſtung macht auch die unterſten Luftſchichten ſpecifiſch leichter, (freilich höchſtens um 0,01,) und bewirkt dadurch einen ſchwachen Zug der Luft nach oben, welcher den in den Temperaturen über 0° zugleich an der Waſſerfläche entſtehenden phyſiſchen Dunſt mit in die Höhe nimmt und in die obern Luftregionen vertheilt. Die Dünſte ſteigen alſo chemiſch und mechaniſch an, und können jede Höhe erreichen. (?) — *Nebel*, die am *Tage* langſam in einer *beträchtlichen Ausdehnung* entſtehn, haben, wenn ſie ſehr leicht ſind, ihre Urſach in einer Erkältung, die den phyſiſchen Dunſt niederſchlägt; ſehr ſtarke, denen keine Kälte vorhergeht, ſind dagegen chemiſche Niederſchläge, und haben ihren Grund in einer Verringerung des Sauerſtoffgehalts der Luft, wozu auf der Erdfläche hinreichende Urſachen ſind. So laſſe ſich unter andern der groſse Nebel, der auf die Zerſtörung Calabriens folgte, genügend durch die damahligen groſsen Zerſetzungen durch vulkaniſche Auswürfe erklären, [und die Waſſergüſſe zu Ende vulkaniſcher Ausbrüche, über deren Entſtehn man noch in Streit iſt, *Annalen*, V, 447, und VI, 75.] *Partielle Nebel*, die zuweilen im Sommer unmittelbar vor Sonnenuntergang oder nach Aufgang der Son-

elaſtiſchen Zuſtande, nicht einmahl in Dampfgeſtalt da. Der Niederſchlag deſſelben erzeugt keine Vo-

ne über Wäldern, Seen oder Moräſten entſtehn, und das Charakteriſtiſche haben, daſs ſie die Oberfläche, über der ſie entſtehn, nicht, (ſo wie die nächtlichen Nebel,) berühren, ſondern gleichſam auf einer durchſichtigen Unterlage ſchweben, und anfangs nur ſtellenweiſe über der Fläche ſich zeigen, ſind ein phyſiſcher und chemiſcher Niederſchlag zugleich, der dicht an der verdünſtenden Fläche von dem Sauerſtoffgas verſchluckt wird, das ſich aus ihr, ſo lange die Sonne ſcheint, und noch einige Minuten nachher entbindet, der alsdann aber auch ganz nahe an der dünſtenden Oberfläche ſichtbar wird. Es ſcheint dann, als wenn ſich der Nebel ſenkt. Das Umgekehrte erfolgt öfters bei Sonnenaufgang.

An warmen Frühlings- und Sommertagen dünſtet die Erde ungemein ſtark aus. Bei *Nacht* aber, wo die Pflanzendecke, die bei Tage Sauerſtoffgas in Menge aushauchte, kohlenſaures Gas hergiebt, nimmt die Ausdünſtung ab, und die als Nebel ſich niederſchlagenden Dünſte können nicht anſteigen, weil ſie, mit Luftſäure vermiſcht, ſpecifiſch ſchwerer als die übrige Luft ſind, daher ſie dann die niedrige Atmoſphäre erfüllen. Bei Tage ſtellt die erneuerte Sauerſtoffgas-Erzeugung die chemiſche Ausdünſtung wieder her, welche die untere Luft elaſtiſcher macht; auch wird dieſe wärmer. Daher findet bei Tage ein beſtändiges Aufſteigen des Sauerſtoffgas mit den Dünſten ſtatt, und die Anhäufung deſſelben in den Wolkenregionen, (die ſich auch dadurch bewährt, daſs

lums-Veränderung in der Luft. Es ist in einem Zustande, der etwa die Mitte zwischen dem tropfbaren

die Luft in diesen höhern Regionen durchgängig trockner als in der Tiefe ist,) macht, dass das den Sommer über immer so fortgehn könnte, ohne dass eine Trübung entstünde, würde nicht endlich die obere Luftregion mit Electricität überladen.

Bildung und Zersetzung von Wolken. Wird der Oxydations-Prozess irgendwo vermehrt, so verliert die ganze Luftsäule in dieser Gegend an Sauerstoffgas und an Capacität für Dünste; und dauert dieses eine Zeit lang fort, so wird sie chemisch mit Dünsten übersättigt, die sich in physischen Dunst verwandeln, (ist die Atmosphäre damit noch nicht gesättigt,) oder schon als Niederschlag die Luft trüben. Diese physischen Dünste steigen in die höhern Luftregionen, wo sie sich, vermöge ihres Wärmestoffs, erhalten, bis, etwa in der nächsten Nacht, eine kältere Temperatur eintritt, die sie ganz niederschlagen. So entsteht ein Anfang von Wolken und der sogenannte graue Himmel; ein Prozess, der durch die Winde, je nachdem sie eine an Sauerstoff mehr oder minder reiche Luft herbeiführen, gestört und unregelmässig gemacht wird, und der, wenn er anhält, endlich dicke Wolken bilden muss. — Jedes sich bildende Dunsttheilchen entzieht der Erde *Electricität*, daher die Wolken und die mit Wasserdünsten geschwängerte Atmosphäre in der Wolkenregion Behältnisse von thätiger Electricität seyn müssen, wie dieses auch die Erscheinungen und Versuche beweisen. Vielleicht, dass diese Ele-

und dem elaftifchen hält. Das Waffer ift nicht die einzige Subftanz, welche einen folchen Zuftand an-

ctricität auch durch Modificationen des Sauerftoffgehalts oder der Temperatur der Luft erzeugt wird. Sind die obern Luftregionen endlich überladen, fo kömmt es zu Entladungen und Ueberftrömen der Electricität. Jede folche Entladung, fo wie jeder allmählige Uebergang der Electricität, zerfetzt aber, nach Herrn Parrot's Vermuthung, (die indefs forgfältiger zu bewähren feyn möchte,) Sauerftoffgas, und diefe Zerfetzungen find es, welche nach ihm *alle grofsen* und *plötzlichen* Waffermeteore bewirken, fo wie die andern Zerfetzungen des Sauerftoffgas auf der Oberfläche der Erde, die *kleinern* und *langfamern Waffermeteore* erzeugen.

Regen und *Gewitter*. Der Niederfchlag, den die erfte zufällige Entladung, vielleicht tief am Horizonte, bewirkt, fey auch nur ein Pünktchen, fo wird doch bei diefem Niederfchlage der Dünfte die entgegengefetzte Electricität frei. Daher erneuern fich die Entladungen, und folgen einander immer fchneller. Der Niederfchlag verdickt fich nun zur Wolke, welche rings um fich die Luft entladet und Sauerftoffgas zerfetzt. Bald kann fie nicht mehr fchweben, läfst Tropfen fallen; und da der Prozefs fich immer mehr erweitert, je mehr fie anwächft, fo ift bald der ganze Horizont in Wolken und Regen gehüllt. Die Luft verliert durch Zerfetzung ihres Sauerftoffgas und durch Niederfchlag der chemifchen Dünfte beträchtlich an Volumen; daher ftrömt die Luft aus den benachbarten Gegenden herbei. (Ent-

nimmt. Davon hat mich mein häufiger Umgang mit dem *Phosphor* überzeugt. Dafs der Phosphor fich im

hielte auch jeder Kubikfufs Luft bis zu einer Höhe von 1 deutfchen Meile über der Erdfläche 5 Gran Waffer, und gäbe bei einem Regen diefen ganzen Waffergehalt her, (beides ift gewifs nie der Fall,) fo würde das doch nur 1,607 par. Zoll Regen für die fenkrecht darunter liegende Erdfläche geben, indefs ftarke Platzregen und Wolkenbrüche die Erde mit weit mehr Waffer bedecken.) — Geht zugleich in der Nachbarfchaft ein ähnlicher Prozefs vor, fo nähern fich dann die Wolken zugleich mit der fie umgebenden Luft, und die Entladungen verdoppeln fich im Zwifchenraume, unter den Symptomen eines *Gewitters*, da denn die benachbarte Luft mit Orkansgewalt zum Orte diefer fchnellen Zerfetzungen herbeiftürmt. Beide Gewitterwolken haben gleiche Electricität, aber die Luft um fie die entgegengefetzte; daher das Aufhören der Blitze beim Zufammentreffen beider Wolken, in den fich berührenden Stellen. — Bei diefem Prozeffe leidet das einzige Stickgas keine Veränderung; es ift der Schauplatz diefes Kampfs, der fo lange fortdauert, bis endlich eine ifolirende Hülle von Stickgas fich rings um die Wolken angefammelt hat, und dadurch dem zuftrömenden Sauerftoffgas der Zugang zum Orte der Zerfetzung verfperrt wird. Da diefer Prozefs die benachbarte Atmofphäre plündert, fo kann fich dabei auf eine Quadratmeile der Erde leicht das Waffer aus hundert Kubikmeilen Luft ergiefsen; daher man, um Wolkenbrüche zu erklären, nicht zu einer Synthefis

reinen Stickgas volatilisire, ist, besonders seit dem Götlingischen Streite über das Leuchten des Phos-

des Wassers in der Atmosphäre seine Zuflucht zu nehmen braucht, wozu das Wasserstoffgas sich nicht leicht herbei erklären läfst. — Dieser Prozefs nicht rasch, und daher nicht von mächtigen Ausbrüchen, (oder überhaupt von gar keinen Explosionen,) begleitet, erzeugt den *mäfsigen anhaltenden Regen*, der, wie die Erfahrung lehrt, stets mehr oder weniger Electricität zeigt, je nachdem er schneller oder minder schnell entsteht. — *Gewitter ohne Regen* finden wahrscheinlich nie statt, es müfste sich denn Electricität ohne Dünste in der Atmosphäre anhäufen können, welches aber noch nicht erwiesen ist. Fällt der Regen nicht gerade da, wo das Gewitter ist, so empfängt ihn doch eine andere Stelle, wohin der Wind ihn treibt.

Der beim Regen aus der Luft sich abscheidende *Sauerstoff* verbindet sich nicht etwa mit der electrischen Materie, deren Geschäft bei dieser Zersetzung Herr Parrot lediglich darein setzt, den Wärmestoff zu binden, der den Sauerstoff in Gasgestalt erhält; sondern es tritt, wie in den Priestleyischen Versuchen, (wo das mit Lackmus gefärbte Sperrwasser sich röthete,) mit dem Wasser in Verbindung, zu dem es schon in Gasgestalt so viel Verwandtschaft hatte, und kömmt mit dem Regen zur Erde. Daher der grofse Nutzen des Regenwassers und des Schnees für die Pflanzenwelt, die darnach weit besser, als nach künstlichem Begiefsen gedeihet, und der sich, besonders seit Ingehoufs'es Versuchen, der Electricität nicht zuschreiben läfst. Und so erscheint durch

phors, bekannt; überdies habe ich durch mein Eudiometer bemerkt, daſs der Niederſchlag für ſich keine

dieſe Theorie der Prozeſs der Waſſermeteore, als das Circulationsmittel nicht nur des Waſſers, ſondern auch des Alles belebenden Sauerſtoffs; und ſo wird das noch unerklärte Phänomen begreiflich, *wie* einestheils *der Sauerſtoffgehalt der Atmoſphäre* nie ſehr beträchtliche Veränderungen leidet, und *wie* anderntheils *die Pflanzen eine ſo groſse Menge Sauerſtoffgas aushauchen können*, ohne daſs man in ihnen eine unerwieſene, bloſs aus Noth angenommene Zerlegung des Waſſers, ſich zu denken gezwungen ſey.

„Iſt gleich", ſagt Herr Parrot, „dieſe kurze Darſtellung meiner Theorie nicht hinlänglich, alle meteorologiſche Phänomenen in ihrem Detail und ihrem Zuſammenhange zu erklären; ſo bin ich doch überzeugt, daſs nur eine ſorgfältigere Bearbeitung der Theorie erforderlich wäre, um durch ſie alles genügend zu erklären. Ich bedaure es, daſs meine Entfernung von dem deutſchen gelehrten Publicum mir die Theilnahme an der fernern Ausbildung dieſer Theorie ſo ſehr erſchwert, ſo daſs ich dieſes beinahe ganz der Thätigkeit und Liberalität der deutſchen und franzöſiſchen Naturforſcher überlaſſen muſs. Ihnen übergebe ich meine Arbeit mit allen Mängeln zur Prüfung. Das Einzige, was ich mir bei der Würdigung derſelben erbitte, iſt, daſs man den bisherigen hygrometriſchen Verſuchen und den Beobachtungen mittelſt der papiernen Drachen nicht zu viel traue, ſondern lieber die

keine Volumsveränderung bewirkt, und dafs er durch Verminderung der Temperatur verurfacht wird. Man mufs demnach annehmen, dafs die Wirkung des freien Wärmeftoffs auf diefe Subftanzen fie fo fein zertheile, dafs ihre Theile in die Zwifchenräume der Luft aufgenommen werden können, und dafs fie daraus niederfallen, fobald eine Verminderung der Temperatur oder fonft eine andere Urfache diefe Zwifchenräume enger macht.

Ob der phyfifche Wafferdunft die Durchfichtigkeit der Luft vermindere, oder ob diefe Vermin-

die letztern wiederhohle, und die Hygrometrie ganz neu bearbeite."

Möchte diefer fehr concentrirte, aber vollftändige Auszug aus Herrn Parrot's Grundzügen feiner Theorie etwas dazu beitragen die Aufmerkfamkeit der Naturforfcher auf diefes fcharffinnige Syftem zu lenken, mit dem fich die Ausfichten zu der wahren *Chimie météorique* zu öffnen fcheinen, welche Fourcroy, (*Syftème des connaiff. chimiques*, T. 1, p. 7,) mehr im prophetifchen Geifte, als dafs fie fchon in der Wirklichkeit da wäre, (*aucun auteur a encore parlé de cette efpèce de chimie, et elle n'a été créée que depuis quelques années*,) als zweite chemifche Difciplin aufführt, zu der die bisherigen *immenfes fuites d'obfervations météorologiques, qui furchargent nos bibliothèques*, nach ihm ganz unnütz find. Das Licht, welches gegenwärtiger Auffatz des Herrn Parrot über die viel beftrittne Hygrometrie und die nicht minder fchwankende Eudiometrie verbreitet, fcheint wenigftens diefe Hoffnungen zu rechtfertigen. *d. H.*

derung immer Anzeige eines Niederschlags sey, ist noch nicht ausgemacht. Bei sehr heiterer Luft bemerkt man hygroskopische Phänomene und Refractionen, welche nicht leicht etwas anderm als dem physischen Dunste zugeschrieben werden können. — Indess, was ist heitere Luft? Wo das Instrument, das den Grad ihrer Durchsichtigkeit mässe?

Die wahre Hygrometrie stützt sich also auf die Kenntniss des physischen und des chemischen Dunstes. Hierbei ist zu bemerken, dass alle bisherige Eudiometer, welche geradezu Wasser oder doch befeuchtete Substanzen erfordern, zur Entdeckung der chemischen Ausdünstung und ihrer Messung unfähig sind; sondern dass das Phosphor-Eudiometer, (Oxygenometer,) allein dieses leisten kann. Daher lag die Meteorologie bis auf die Erfindung dieses Instruments in einem Meere von Widersprüchen versunken.

Unsre obige *Hauptaufgabe muss auf folgende Art aufgelöst werden:* Einen Theil der vorgelegten Luft muss man mit Wasser vollkommen sättigen, und dann mit dem Phosphor-Oxygenometer behandeln; einen zweiten Theil der nämlichen Luft aber, so wie er gegeben wird, mit dem nämlichen Instrumente prüfen. Der Unterschied an der Scale des Instruments giebt die Menge des chemischen Dunstes an, welche die vorgelegte Luft zu ihrer Sättigung brauchte. (Vergl. S. 169, Anm. 3.) Durch Aufhängung eines feuchten Lappens in dieser Luft, und Abwägung desselben vor- und nachher, würde man

nicht die Menge des noch aufgenommenen chemischen Dunstes allein erhalten, sondern auch des physischen. Der physische Dunst wird durch die sogenannten hygroskopischen Substanzen nicht gemessen, nur angezeigt, besonders, da man nicht weiss, ob alle solche Substanzen, oder nur einige, allen physischen Dunst niederschlagen, und da ihre wirkliche und scheinbare Wirkung von der Temperatur abhängt. Man muss also, um den physischen Dunst zu messen, zu andern Mitteln seine Zuflucht nehmen. Ein solches Mittel ist die eben erwähnte Abwägung der Wassermenge, welche die Luft überhaupt noch aufnehmen kann. Eine sehr empfindliche Wage wird dieses verrichten; aber beides zugleich, die physische und chemische Ausdünstung liefern. Da die Behandlung mit dem Phosphor-Oxygenometer die chemische Ausdünstung allein gemessen hat, so wird die Menge des noch aufgenommenen physischen Dunstes dem Unterschiede der Resultate der Wage und des Oxygenometers gleich seyn.

Um auf die Menge des in der Luft enthaltenen physischen und chemischen Dunstes aus diesen Versuchen zu schliessen, müssen Fundamental-Versuche vorangegangen seyn, welche diese Mengen für den Punkt der Sättigung angeben. Für den chemischen Dunst ist diese Arbeit schon angefangen. Ich habe schon in meiner Theorie bestimmt angegeben, wie gross die Menge des chemischen Dunstes für einen gewissen Sauerstoffgehalt war. (Vergl. S. 168, Anm.) Man muss nur noch durch Vervielfältigung

dieſes Verſuchs mit Luft von verſchiednem Oxygengehalte das Geſetz genauer beſtimmen, welches aus dem Sauerſtoffgehalte der Luft das Maximum ihres möglichen Gehalts an chemiſchem Dunſte anzeigt. Dann wird eine genaue Abwägung der Ausdünſtung eines feuchten Lappens bis zur Sättigung, das Maximum des Waſſergehalts überhaupt, und der Unterſchied dieſer beiden Reſultate, das Maximum des phyſiſchen Dunſtes anzeigen. Aber dieſe Abwägung muſs für alle Temperaturen von 0° bis 80° beſonders vorgenommen werden. Vielleicht würde ſolche Abwägung von 5 zu 5 Graden hinreichen, um eine Formel zu finden, mittelſt welcher man für jeden Grad und jedes Zehntheilchen eines Grades dieſes Maximum berechnen könnte, und daraus lieſsen ſich dann Tabellen für den praktiſchen Gebrauch conſtruiren.

Dieſe letztere Arbeit zu übernehmen, iſt ſchon lange mein Vorſatz; war es ſchon vor der Entdeckung des chemiſchen Dunſtes. Seit zwei Jahren erwarte ich eine Wage, welche zu dieſen Verſuchen beſonders geſchickt ſeyn wird; der Herr Prof. Schrader in Petersburg hat die Ausführung derſelben gütigſt übernommen, konnte aber, aus Mangel an Gehülfen, ſie noch nicht liefern. Sie iſt überhaupt zu meteorologiſchen Unterſuchungen beſonders aptirt, daher werde ich ſie eine *meteorologiſche Wage* nennen. *)

*) Zwar laſſen ſich die *chemiſchen* Dünſte durch die

Dieſes Wenige über die Auflöſung der Hauptaufgabe der Hygrometrie zeigt, daſs dieſe Wiſſen-

gewöhnlichen hygrometriſchen Subſtanzen, als: Darm, Haar, Holz, Elfenbein, Fiſchbein, Habergranne u. ſ. w., nicht niederſchlagen; aber reiner Kalk und Salze könnten unter gewiſſen Bedingungen auch für ſie gute hygrometriſche Subſtanzen werden. Ob der *Lowitziſche* Thonſchiefer und der *Lüdickiſche* künſtliche Schiefer bloſs den phyſiſchen oder auch den chemiſchen Dunſt anziehn und niederſchlagen, weiſs ich nicht. *Leiſten dieſe beides, und zerſetzen dabei auf keine Art die atmoſphäriſche Luft*, ſo könnten ſie in Röhrform gebildet, und in einem Gefäſse, wie mein Oxygenometer, ein ſehr gutes und bequemes Inſtrument zum Maaſse des chemiſchen Dunſtes abgeben, welches in *dieſer* Hinſicht die koſtbare Wage entbehrlich machen würde. Ich denke mir nämlich eins meiner gewöhnlichen Phosphor-Oxygenometer ohne Phosphor, nur die Scalenröhre gegen das Abſorptions-Gefäſs in einem ſolchen Verhältniſſe, daſs ſie etwa nur 0,04 des ganzen Raums enthielte, und alſo bei einer nicht übermäſsigen Länge noch die 0,0001 bezeichnen könnte. Dieſes Inſtrument fülle man mittelſt eines kleinen Blaſebalgs mit der atmoſphäriſchen Luft, die man prüfen will, verſenke einen Lüdickiſchen rohrförmig gebildeten Stein darein, verſchlieſse und tauche das Inſtrument in Queckſilber. Da nur der chemiſche Dunſt auf das Volum der Luft Einfluſs hat, ſo gäbe das Inſtrument deſſen Niederſchlag in 0,0001 ſeines vorigen Volums an. Einige wenige Fundamentalverſuche mit einer ſehr empfind-

schaft eine ganz neue, leider! sehr mühsame Behandlung erfordert, und es ist nicht abzusehen, dass man je mit weniger Arbeit auskommen wird, denn die Wirkungen der zweierlei Arten des Dunstes sind ausserordentlich von einander verschieden. In medicinischer Rücksicht scheint der *physische* Dunst der wichtigere zu seyn, besonders jetzt, bei dem fast allgemein herrschenden nervösen Charakter der Fieber. Der Niederschlag desselben wirkt sehr nachtheilig auf die Haut, indem er die Wärme-Leitungsfähigkeit der Luft sehr erhöhet und allmählige, fast unmerkliche, aber anhaltende Erkältungen bewirkt. Auf der andern Seite erschwert dessen gänzlicher Mangel die Luftzersetzung durch die Haut und die Lunge. Daher die Schwächung dieser beiden wichtigen Organe bei anhaltend starken Frösten, welche den physischen Dunst ganz niederschlagen, die äussere Luft dadurch sehr austrocknen, und die geheizte Zimmerluft zu einer Art von Siroccoluft machen, weshalb ich schon vor zwei Jahren den Vorschlag gethan habe, in solchen Fällen nasse Lappen in den Zimmern aufzuhängen, um die Zimmerluft zu befeuchten. — Weniger wichtig für die Organisation scheint der *chemische* Wassergehalt der Luft zu seyn, ausser in so fern er eine Anzeige des Sauerstoffgehalts ist. Desto wichtiger aber ist seine Rolle in

lichen Wage würden das Verhältniss zwischen Volum und Gewicht ein für allemahl bestimmen.

P.

den wässerigen Meteoren. Ohne ihn ist kein einziges derselben erklärbar. Deswegen glaube ich, dass man von nun an die beiden Dunstgattungen in allen Versuchen, sie mögen diesen oder jenen Zweck haben, durchaus unterscheiden, und also die obige weitläufige Arbeit sich gefallen lassen muss. Was den Naturforscher etwa hierüber trösten kann, ist, dass diese Arbeit ihm zugleich den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre anzeigt.

Dieser Blick über die Hygrometrie führt mich zu einer schnellen Uebersicht des *Zustandes der Meteorologie*, wenigstens des möglichen Zustandes derselben. Wie groß und vielfältig sind jetzt nicht ihre Mittel! Die *Thermometer* haben bei ihrer Einfachheit eine Vollkommenheit erhalten, die bei den alltäglichsten Beobachtungen die Zehntheilchen der 80theiligen Grade anzeigt. Die *Barometer* haben in der Gestalt des de Lücschen Heberbarometers eine Genauigkeit erhalten, welche kaum noch Wünsche übrig läßst, und an bequemer Einrichtung derselben zu verschiednen Absichten wird noch täglich gearbeitet. Das *Manometer*, wenn man nur den zu wägenden Körper groß, und die Wage empfindlich genug macht, wird eine verhältnißmäßige Genauigkeit erhalten. Das *Phosphor-Oxygenometer* giebt bis zum tausendsten Theile den Sauerstoffgehalt der Luft an, und kann in größerm Formate noch mehr leisten. Dessen Combination mit einer empfindlichen *Ausdünstungswage* wird den doppelten Wassergehalt der Luft genau anzeigen. Mein

Gasoxymeter, *) (Luftsäuremesser,) giebt ihren luftsauren Gehalt in $\frac{1}{4000}$ des Luftvolums an. Der von Landriani erfundene, von mir verbesserte *Anemograph* bestimmt für jeden Augenblick eines ganzen Tages die Richtung des Windes, und ohne grosse Mühe liesse sich ein *Anemometer* erfinden, das Tag und Nacht dessen Geschwindigkeit mässe.

Die jetzige Physik kann also von der Luft ihre Temperatur, ihre Elasticität, ihre specifische Schwere, ihren Gehalt an Sauerstoffgas, an Luftsäure und Wasser, ihre Feuchtigkeit, die Richtung und Geschwindigkeit ihrer Ströme, mit befriedigender Genauigkeit messen. Wie schätzbar, nicht nur für die Witterungslehre, sondern auch für die physikalische Gesundheitslehre, wäre nicht eine vollständige, ununterbrochen fortgesetzte Reihe von solchen Versuchen über die Luft, nicht blos an *einem* Punkte der Erdfläche, sondern, wenigstens für jetzt, auf verschiednen Punkten eines Meridians und eines Parallelkreises, die Europa durchkreuzen, angestellt! Aber dieses Geschäft muss nicht mehr Nebensache der Naturforscher, oder Zeitvertreib gut meinender Müssiggänger seyn, sondern es ist würdig, die ernsthafte Beschäftigung sachkundiger Männer zu werden. Ja, diese Beobachtungen sind

*) Vielleicht werde ich noch diesen Sommer oder Herbst dieses Instrument, das sich von dem Humboldtischen Anthracometer völlig unterscheidet, beschreiben. *P.*

so mannigfaltig, erfordern so viel Zeit und Aufmerksamkeit, dass sie billig die einzige Beschäftigung der Männer, die sich ihnen widmen wollen, werden sollte. Wird nicht der goldene, so schwer errungene Friede die schöne Idee der Manheimer Societät erweitern, vervollkommnen und in der That realisiren? Die Reducirung eines einzigen Regiments würde die Kosten dieser wahrhaftig humanen Anstalt reichlich liefern.

---

2. *Ausgleichung der Streitigkeiten über das Phosphor-Eudiometer; Parrot's verbessertes Phosphor-Oxygenometer und dessen Gebrauch; eine gasförmige Phosphorsäure; wahrer Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft.*

Endlich tritt ausser mir noch ein Ritter des Phosphors auf. Berthollet *) vertheidigt dessen reine, vollkommne, unbefleckte Liebe zum Oxygen gegen die abscheulichen Verleumdungen des Riesen Humboldt. **) Möchte doch dieser Streit ganz

*) *Annalen*, B. V, S. 341 f. (Man vergl. auch *Ann.*, I, 508.) *d. H.*

**) In seinem *Mémoire sur la combinaison ternaire du Phosphore, de l'Azote et de l'Oxygène, ou sur l'existence des Phosphures d'Azote oxydés*, in den *Annales de Chimie*, t. 27, pag. 141, übersetzt in Scherer's *Journal der Chemie*, B. 1, S. 573. Herr von Humboldt zieht hier aus seinen Versuchen, die er in Paris, Baireuth u. s. w. mit Phosphor angestellt hatte, das Resultat: dass, wenn man

und allein für die Ehre des Phosphors geführt werden! Meine Versuche über den Phosphor und die

atmosphärische Luft der Einwirkung des Phosphors aussetzt, dieser nur einen Theil ihres Sauerstoffs absorbire, (die Grenzen in diesen Versuchen waren 0,08 und 0,23;) Salpetergas aus dem Rückstande noch 0,02 bis 0,14 Sauerstoff abscheide, und was dann noch an 0,27 Sauerstoffgehalte fehle, Sauerstoffgas anzeige, das mit Stickgas und Phosphor, (denn letzterer sey in beiden Gasarten auflöslich,) sich zu einem Oxyd mit zwiefacher Basis, einer *Phosphure d'Azote oxydée*, verbunden habe, welche das Salpetergas nur zum Theil zu zersetzen vermöge; und dass daher der Phosphor, sowohl beim langsamen als beim schnellen Verbrennen, immer eine höchst unzuverlässige eudiometrische Substanz sey.

Mit Recht bemerkt indess hiergegen Herr Parrot, (in einem *Briefe über die eudiometrische Eigenschaft des Phosphors*, nebst Beschreibung eines richtigen Phosphor-Eudiometers, vom 8ten Febr. 1800, in Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 154 — 185,) dass man aus der grossen Verschiedenheit in den Resultaten, nach denen der Phosphor bald $\frac{27}{27}$, bald nur $\frac{8}{27}$ des Sauerstoffgas absorbirte, und das Salpetergas unter gleichen Umständen auf so gar verschiedne Rückstände an Sauerstoffgas deutete, nothwendig auf wesentliche Fehler in den Humboldtischen Versuchen schliessen müsse, vor welchen der geübteste Physiker nicht gesichert ist, wenn er einen neuen Gegenstand bearbeitet, und dass diese Versuche durchaus unzureichend seyen, um eine Theorie über den Phosphor und seine

Erfindung meines Oxygenometers fallen in den November 1799; der erste Versuch mit diesem Instru-

Verwandtschaft zum Sauerstoffe zu gründen. Da die Absorption in ihnen bis 10 Tage lang dauerte, so kann der Phosphor nur $\frac{1}{250}$ des Luftvolums betragen haben; und bei einer so geringen Phosphormenge, besonders wenn sie tief liegt, muss die Luft beträchtlich bewegt werden, soll die Absorption vollkommen seyn. Die mit Phosphor nicht gesättigte und die übersättigte Luftportion mischte sich bei der Behandlung des Rückstandes mit Salpetergas, und so entstand noch eine Absorption, die dem Phosphor zukam, und fälschlich dem Salpetergas zugeschrieben wurde. Ueberdies ist wahrscheinlich bei jeder Absorption gar oft, dem Experimentator unbewusst, neue Luft hineingetreten. (Durch reine Kalkerde Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft abzuscheiden, gelang auch Herrn Parrot nicht.)

Folgendes ist nach Parrot das Verhalten des Phosphors in atmosphärischer Luft, die mit *Quecksilber* in einer Flasche gesperrt ist, bei + 12 bis 15° R. Wärme. Ein weisslicher Dunst, der den Phosphor überzieht, senkt sich sogleich in Menge zu Boden, ein Theil desselben erhebt sich aber allmählig wieder und erfüllt die ganze Flasche. Bei vorzüglich gutem Phosphor strömt der Dunst zuweilen in kleinen kugelförmigen Blasen mit Gewalt von der Stange. Dabei leuchtet der Phosphor im Dunkeln ziemlich lange, wie in offner Luft, und erst dann nimmt das Leuchten ab. Während dessen steigt das Quecksilber, und zugleich überzieht es sich an der Oberfläche allmählig mit ei-

mente geſchah am 3ten December, und von der Zeit an habe ich dieſe Verſuche in zahlreicher Menge

ner Dunſtdecke, welche ſpäterhin zu flüſſiger Phosphorſäure wird. Zu *Ende* der Abſorption zeigt ſich um den Phosphor ein lichter, ziemlich ausgebreiteter Nimbus; er erweitert ſich immer mehr, leuchtet aber immer ſchwächer, erfüllt auf einen Augenblick die Flaſche und verſchwindet. Ein neues Leuchten geht aus dem Phosphor aus, verbreitet ſich und verſchwindet; dieſes geſchieht einige Mahl, und dann hört das Leuchten ganz auf. Legt man aber die Hand oder einen andern warmen Körper an die Flaſche, ſo entſteht der Schein an der Seite wo dieſes geſchieht, verbreitet ſich von da zum Phosphor und verſchwindet, und dieſes läſst ſich 5 - bis 6mahl wiederhohlen; ein Beweis, daſs noch unoxygenirter Phosphor in der Luft verbreitet iſt, und den Sauerſtoff aufſucht, wozu ihm eine Temperaturerhöhung ſehr beförderlich iſt. Die Vermehrung der Abſorption während dieſer letzten Zuckungen iſt nicht merklich, weſshalb die Menge des noch in der Luft vorhandnen Sauerſtoffs nur äuſserſt geringe ſeyn kann, wie das auch das ſchwache Leuchten beweiſt; und daſs die Phosphorſtange ſelbſt dieſen wenigen noch zu zerſetzen vermochte, beweiſt ihre wiederhohlte Entzündung. — Als die Flaſche mit *Waſſer* geſperrt war, und nach vollendeter Abſorption in das um 6 bis 7° kältere Sperrwaſſer langſam eingetaucht wurde, entſtanden die ſtärkſten wolkenartigen Phosphoreſcirungen, die im ganzen Raume wie eine Feuerfluth umher ſtrömten, worauf bald die Stange

wiederhohlt. Da weder Humboldt noch selbst Berthollet Apparate hatten, welche an Genauig-

selbst am Leuchten Theil nahm, und zwar so stark als in atmosphärischer Luft. (Indem sich die Luft in der Flasche bei der Erkältung zusammenzog, drang wahrscheinlich atmosphärische Luft, (oder Sauerstoff,) aus dem Wasser in die Flasche; und zugleich entzündete der Wärmestoff, der aus den sich niederschlagenden physischen Wasser- und Phosphordünsten frei wurde, den Phosphor.) Dieses geschah wiederhohlt. Eine Menge feiner Wassertropfen zeigte sich an den Wänden der Flasche, (wahrscheinlich der chemische Niederschlag.) — Schon diese Erscheinungen sprechen sehr *gegen* die behauptete Abnahme der Absorptions-Fähigkeit des Phosphors. Noch mehr zeigte sich die Unrichtigkeit dieser Vorstellung, als man in eine Flasche eine neu geschabte Phosphorstange neben die ältere, die schon lange geleuchtet hatte, hineinbrachte. Die alte leuchtete selbst stärker als die neu geschabte. — Nebenbei ergab sich aus Hrn. Parrot's Versuchen, dass man sich nicht schmeicheln darf, vollkommen reine Luftarten zu haben, wenn sie mit Quecksilber manipulirt werden, (es geschehe denn mit der gröfsten Sorgfalt,) woraus sich vieles bei den Göttingischen Versuchen erkläre. Ist der Luftdruck von innen geringer als der äussere, so steigen aus dem Quecksilber Luftblasen in die Flasche, wie sich das im Dunkeln am Leuchten des Phosphors und bei Tage an übergegossnem Wasser zeigt. So weit Herrn Parrot's Versuche.

d. H.

keit den meinigen gleich kamen, und beide überdies den Einfluſs des Waſſerdunſtes nicht kennen; ſo ſey es mir erlaubt, zwiſchen dieſe beiden groſsen Gegner zu treten, und etwas zur Berichtigung ihrer beiderſeitigen Verſuche zu ſagen. *)

*) Folgendes iſt im Weſentlichen die Einrichtung des *Parrotſchen Oxygenometers* oder *neuen Phosphor-Eudiometers*, wie Herr Parrot es theils in Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 175 f., beſchreibt, theils den Gebrauch deſſelben ſpäterhin verbeſſert hat. Die Abſorptionsröhre *AB*, (Fig. 2, Taf. III,) hat oben eine Erweiterung *AC*, worein beim Verſuche eine Phosphorſtange, dicker als der untere, möglichſt gleichförmige Theil *CB* der Glasröhre, hinein gelegt wird, um nicht in dieſe hinab zu fallen. (In Herrn Parrot's Normal-Eudiometer ſcheint ſie 30 Zoll, in den kleinern nur halb ſo lang zu ſeyn.) Um die Röhre zu graduiren, verſchlieſst man ſie bei *B* mit einer Blaſe, die man antrocknen läſst, und ſo gut an ſie befeſtigt, daſs ſie nicht losläſst, wenn die Röhre mit Queckſilber gefüllt iſt. Nachdem die Röhre erſt leer, dann mit Queckſilber bis *aa* gefüllt, gewogen worden, und man von dieſem Raume das Volumen des Phosphors, den man brauchen will, abgezogen hat, (Herr Parrot empfiehlt, um unter ſich harmonirende Eudiometer zu erhalten, ſtets ein Phosphor-Volum von $\frac{1}{11}$ des ganzen Volums der Röhre, und mithin von $\frac{1}{10}$ des reinen Abſorptionsraums, zu nehmen, und danach die Scale ein für allemahl einzurichten;) ſo erhält man den reinen Abſorptionsraum in Granen Queckſilber. Darauf

Die Versuche Humboldt's sind unstreitig zu flüchtig angestellt. Ich glaube es in der Beschrei-

wiegt man von *B* an die Eintheilung der Scale etwa von 0,03 zu 0,03, oder von 0,05 zu 0,05 ab, so weit als die Scale gehn soll, (gewöhnlich bis 0,35 oder 0,4 des reinen Absorptionsvolums,) und zeichnet die Höhen auf das Glas. Ist die Röhre nicht allzu ungleich, so lassen sich diese Theile dann mit dem Zirkel weiter eintheilen, und so die Scale abreissen. (Auf Herrn Parrot's grösserm Eudiometer ist sie in Tausendtheilchen, jedes noch $\frac{1}{12}$ rheinl. Zoll lang, und auf den kleinern in Hundertheilchen, jedes $\frac{1}{4}$ Zoll lang, und in Viertel derselben eingetheilt.) Auf der Sorgfalt, womit alles dieses gemacht wird, beruht die Güte des Instruments. — Man füllt dann wieder alles Quecksilber in die Röhre, und passt die eiserne Schraubenmutter *A*, deren Oeffnung ebenfalls weiter als die Röhre *BC* seyn muss, so tief hinein, dass unter ihr, über dem Quecksilber, nur ein kleines Luftbläschen bleibt. Diesen ihren Stand bemerkt man, und kittet sie, nachdem das Quecksilber herausgegossen worden, in demselben fest, wozu sich Herr Parrot des in Weingeist oder Terpenthinöhl erweichten, heiss aufgetragnen Siegellacks bedient, wovon er das Ueberflüssige in der Röhre, dem sich anders nicht beikommen läst, mit Kali wegbeizt. Die Schraube *D* hat einen Ansatz *d*, welcher, mit Fett bestrichen, die Oeffnung völlig luftdicht verschliesst, und ihr Zapfen *e* muss noch etwas unter der Mutter hervorragen. Man schraubt sie fest ein, nimmt dann die Blase von der Oeffnung *B* weg, und

bung meines Eudiometers gezeigt zu haben. Ueberdies wuſste ich damahls noch nicht, daſs Humboldt

füllt durch diese die Röhre ganz voll Quecksilber. Gehn nun einige Gran weniger als zuvor hinein, so feilt man vom Zapfen *e* so viel ab, bis endlich die Röhre wieder genau die vorige Quecksilbermenge faſst. Solche Röhren mit aller Sorgfalt auf die angegebne Art graduirt und adjustirt, gaben über alle Erwartung harmonirende Resultate. — Herr Parrot zeichnet die Scale auf einem mit Eyweiſs an die Röhre angeklebten Papierstreifen, und überzieht sie mit einem Weingeistfirniſs, damit man das Instrument waschen kann. Um die Phosphorstange zu verhindern, in die Scalenröhre hinabzufallen, erweicht er sie in warmem Waſser, und macht das eine Ende derselben durch Aufstoſsen etwas dicker.

Eine gewöhnliche, unten zugeschmolzne Glasröhre dient zum Quecksilbergefäſse *cb*, (Fig. 3,) worin die Absorptionsröhre steht, und woraus das Quecksilber bei der Absorption in sie hinaufsteigt. (Waſser hierzu anzuwenden, ist wegen der Luft und Feuchtigkeit, die aus dem Waſser in die Absorptionsröhre tritt, nicht rathsam.) Diese äuſsere Röhre muſs etwas höher als die Scale hinauf reichen, und ihr innerer Durchmesser den äuſsern Durchmeſser der Scalenröhre um etwa 3‴ übertreffen, um dem Quecksilber im Zwischenraume beider freies Spiel zu gestatten, ohne doch überflüſsig Quecksilber zu erfordern. Ein hängendes, unten mit einem Absatze versehenes Brett *pq* trägt dieses Gefäſs mittelst zweier Rin-

boldt den wichtigen Fehler beging, die Temperatur aus der Acht zu lassen. (*Ann.*, III, 92, und VI, 414.)

Ringen *rr*, die mit Charnieren versehen sind, um die Röhre leicht und sicher abnehmen zu können.

Beim Gebrauche verfährt man folgendermaſsen: 1. Man beobachtet Barometer- und Thermometerstand, füllt dann ein paar Zoll hoch Quecksilber in das äuſsere Gefäſs, legt die reine Phosphorstange, deren Volumen nahe $\frac{1}{10}$ des reinen Absorptionsraums betragen muſs, in die Absorptionsröhre, und verschlieſst diese durch die mit Fett bestrichne Schraube luftdicht. — 2. Darauf füllt man mittelst Quecksilbers die Absorptionsröhre mit der zu prüfenden Luft, die man zuvor mit Feuchtigkeit gesättigt hat; (ob durch Aufhängung eines nassen Lappens darin, oder, indem man sie durch Wasser gehn läſst, sagt Herr Parrot nicht; im letztern Falle könnte man die Röhre, wie es scheint, nur gleich mittelst Wassers füllen.) Ist dazu Luft aus einer Bouteille bestimmt, und man will sich nicht des Gasapparats bedienen, so reicht es hin, die Luft in eine langhalsige Flasche zu bringen, die 4- bis 5mahl so viel als die Röhre faſst, in diese, indem der Hals nach unten gekehrt ist, die Röhre voll Quecksilber hineinzuschieben, und dann das Ganze auf eine geschickte Art umzukehren, welches hinlängliche Genauigkeit giebt. — 3. So bald die Absorptionsröhre gefüllt ist, versenkt man sie schnell in das äuſsere Gefäſs *cb*, wo sie ruhig bis zu Ende der Operation stehn bleibt. Das Quecksilber darf in der Scalenröhre nie höher stehn, als im äuſsern Gefäſse; sonst entwickelt sich daraus Luft. Man

Bei meinen Verſuchen, *im feſten Zimmer*, im Winter beſonders, habe ich oft Temperaturunterſchiede

muſs daher während der Abſorption von Zeit zu Zeit Queckſilber nachgieſsen, und, wenn die Abſorptionsröhre im Queckſilber ſchwimmt, ein kleines Gewicht an die Schraube *A* anhängen, damit das Queckſilber in ihr nicht höher als auſsen ſtehe. Beim Beobachten des Queckſilberſtandes nach vollendeter Abſorption muſs das Queckſilber innen und auſsen vollkommen im Niveau ſtehn. — 4. Weder beim Füllen noch beim Beobachten darf man die Abſorptionsröhre mit bloſser Hand anfaſſen, ſich ihr auch mit dem Geſichte nicht zu ſehr nähern. — 5. Wenn der Phosphor zu leuchten aufhört, iſt es gut, die Abſorptionsröhre im Queckſilbergefäſse herauf und herunter zu bewegen, damit im Innern der Luft Bewegung entſtehe. Zwar ſenkt ſich der aufgelöſte Phosphor bis auf das Queckſilber in der Röhre herunter, doch wirkt er dort nicht ſo vollkommen, als in der Nähe der Stange. — 6. Bei wichtigen Eudiometer - Beobachtungen müſſen dann wieder der Barometer - und Thermometerſtand beobachtet, und, hat ſich dieſer geändert, der Eudiometerſtand danach corrigirt werden. (Geſchieht die Abſorption in 2 bis 3 Stunden, ſo kann man beide Correctionen gewöhnlich überſehn.) Im Falle groſser Wärmeunterſchiede ſucht man lieber die vorige Temperatur wieder herzuſtellen, weil die Unterſuchungen über die Dilatation des Stickgas durch Wärme noch zu miſslich ſind. Für geringe Temperaturunterſchiede rechnet Herr Parrot, daſs für je 1° R. ſich das Luft-

von 4, 5 und mehrern Reaumürischen Graden, welches Veränderungen von 1 bis 2 Procent verursacht.

volumen um 0,0045 bis 0,005 ändert. (Nach Prof. Schmidt's Versuchen bei 27'' 28''' Barometerstand, ändert sich das Volumen der atmosphärischen Luft gleichmäſsig für je 1° R. um 0,00447; das Volum des Stickgas im Mittel von 0° bis 80° R. um 0,006, auch ziemlich gleichförmig.) Bei gewöhnlichen Barometerhöhen und gewöhnlicher atmosph. Luft rechnet ferner H. P. für je 1''' Variation im Barometerstande, 0,00225 Variation im Luftvolumen; doch ist es auch leicht, sie jedes Mahl genauer zu berechnen. — 7. Nicht alles Sauerstoffgas verschwindet auf diesem Wege, sondern 0,075 des absorbirten bildet mit dem Phosphor eine Art gasförmiger Phosphorsäure. Man addire daher zu der corrigirten Absorption noch 0,075 derselben hinzu, so hat man die gesammte Absorption; (eine Correction, von der noch weiterhin die Rede seyn wird, und über die wir von Herrn Parrot in seiner Eudiometrie mehr zu finden erwarten, da sie nur auf einer einzigen Beobachtung beruht.) — 8. Die so erhaltne gesammte Absorption giebt den *Sauerstoffgehalt* der Luft, sammt dem *chemischen Dunste*. Wegen dieses ist 0,02 abzuziehn, (genauere Bestimmungen dürften wir gleichfalls in Herrn Parrot's Eudiometrie wünschen.) Und so ergiebt sich endlich der *wahre Sauerstoffgehalt der Luft*. — 9. Nach geendigtem Versuche läſst man das Instrument unberührt stehn. Der Phosphor wird durch die Einwirkung des Stickgas bloſs dunkler an Farbe, ohne an seiner Güte zu verlieren, scheint vielmehr empfind-

Aber auf der andern Seite kann ich nicht alle Behauptungen Berthollet's unterschreiben. Fürs erste muss das Instrument nicht mit Wasser gesperrt

licher zu werden, und braucht erst, wenn er nach vielen Beobachtungen merklich abgenommen hat, mit einer andern Stange vertauscht zu werden. Herr Parrot wäscht ihn und die Röhre zwar vor jeder sorgfältigen Beobachtung; doch nur, um dadurch die Absorption während des Füllens und Einsetzens der Röhre unmerklich zu machen. Auch hebt er seinen geschabten Phosphor nicht im Wasser, sondern in engen geschlossnen Röhren auf, worin er sich vortrefflich erhält und wodurch das neue Schaben erspart wird.

Drei, auf diese Art von zwei verschiednen Beobachtern behandelte und mit gleicher Luft gefüllte Eudiometer gaben eine Absorption durch Phosphor, das erste von 0,2225, das andere von 0,222214, das dritte von 0,2225 des reinen Absorptionsraums, (ohne Correction, 7;) ein andermahl von 2 Eudiometern, das eine eine Absorption von 0,2015, das andere von 0,20125. „Diese grosse Uebereinstimmung der Versuche mit zwei und drei Eudiometern unter sehr verschiednen Umständen, beweist offenbar, (bemerkt Herr Parrot,) nicht nur die Regelmässigkeit, welche diese Instrumente in ihren Resultaten gewähren können; sondern auch, dass in den *Humboldtschen* Phosphorversuchen durchaus ein oder mehrere Fehler obwalten, und dass sie daher keineswegs als Beweis gegen die eudiometrische Vollkommenheit des Phosphors angeführt werden können."

d. H.

werden, besonders wenn es eine weite Scalenröhre hat. Die Ausdünstung und das Verschlucken der Luftsäure modificiren gewiss die Resultate. Zweitens verwechselt Berthollet die zweierlei Zustände, in welchen sich Phosphor in Stickgas, nach der Zersetzung der atmosphärischen Luft befindet. (*Annal.*, V, 346, und VI, 426.) Hier meine Beobachtungen hierüber:

Das Stickgas ist fähig, den Phosphor in *Dunst* aufzulösen, nicht in Gas. Dieser Dunst schlägt sich, wie jeder physische Wasserdunst, (wie der Russ,) durch Verminderung der Temperatur nieder, (S. 178 f.) Ich habe es öfters, beinahe jedes Mahl, in meinen Eudiometern, beobachtet. Allgemein genommen schlug sich dieser Dunst nach der Zersetzung der Luft nieder, besonders bald, wenn die äussere Luft erkaltete. Eines solchen Niederschlags entstand immer mehr in dem Eudiometer, der eine grössere Portion Phosphor nach Verhältniss des Inhalts des Gefässes enthielt, und wenn die Temperatur überhaupt hoch war. Mein Normal-Eudiometer, das ehemahls etwa an Volum nur $\frac{1}{40}$ Phosphor enthielt, zeigte oft keinen gelben Niederschlag; hingegen gab ein weit kleineres, das aber $\frac{1}{6}$ an Phosphor enthielt, jederzeit sehr viel gelben Niederschlag. Dieser Unterschied ist sehr auffallend und war mir lange unerklärbar. Im Kleinern, wo die Zersetzung gewöhnlich 4- bis 8mahl geschwinder vor sich ging, als im Grossen, musste die erzeugte Wärme viel grösser seyn; dadurch verflüchtigte sich mehr Phos-

phor, der nach der endlichen Erkältung niederfiel. Bei welcher Temperatur aller Phosphor sich niederschlagen würde, weiſs ich nicht, ſo wenig als den Sättigungspunkt für die verſchiednen Temperaturen. In einer Flaſche, in welcher ich eine Portion etwas angeſäuerten Phosphors, die mir merkwürdig war, (dieſe Merkwürdigkeit hatte auf einen andern Verſuch Bezug,) hermetiſch verſchloſſen hatte, geht eine abwechſelnde Sublimirung und Niederſchlagung des Phosphors ſeit 2 Jahren beſtändig vor ſich, ſo daſs die Flaſche ſchon über und über mit orangegelbem Niederſchlage rundum beſchlagen iſt. Ich glaube, daſs das Phosphorſtück endlich ganz verſchwinden wird. Die eingeſperrte Luftportion, welche anfangs atmoſphäriſche Luft war, beträgt kaum $1\frac{1}{2}$ Kubikzoll, und es haben ſich ſchon gewiſs 5 Gràn Phosphor niedergeſchlagen. Dieſer Dunſtzuſtand des Phosphors im Stickgas, iſt alſo nicht zweifelhaft. Dieſer Phosphor hat auf deſſen Volum keinen Einfluſs. (S. 185.) Wenigſtens habe ich noch keinen Unterſchied wahrnehmen können, vor und nach dem Niederſchlage, ob ich gleich ihn abſichtlich, und mit vielem Fleiſse, geſucht habe, und, bei dieſem Fleiſse, an meinem groſsen Eudiometer Veränderungen von $\frac{1}{4}$ eines Tauſendtheilchens (nicht berechnen ſondern) beobachten kann.

Das Stickgas der zerſetzten atmoſphäriſchen Luft enthält aber auch noch Phosphor in Gasgeſtalt; aber geſäuert. Der Grund, den ich ha-

be, eine *gasförmige Säure aus dem Phosphor* anzunehmen, ist der, dass dieses phosphorische Gas sich mit Alkalien sehr schnell verbindet, wie ich es oft bemerkt habe. Darauf gründe ich eine Methode, sehr reines Stickgas aus der Atmosphäre zu bekommen. Freilich könnte vielleicht sonst eine Verbindung des Phosphors mit dem Alkali, eine Art Phosphorleber, entstehn: allein es ist keine solche Verbindung mir bekannt, und sie ist hier nicht wahrscheinlich, weil aller Geruch verschwindet. Die Untersuchung dieser Säure, welche ich wegen anderer Arbeiten aussetzen musste, wird vielleicht auf die Kenntniss der Natur des Phosphors führen. Ich glaube fast, dass dessen Hauptbestandtheile Hydrogen und Kohlenstoff sind; jenes wahrscheinlich sehr schwach oxydirt, aber in überwiegender Menge. Wenigstens ist die Gegenwart des Kohlenstoffs bei der Färbung des Phosphors durch den Gebrauch, beinahe nicht zu läugnen. Meine Phosphorstangen sind vom dunkelsten Braun, wenn ich sie ½ Jahr lang gebraucht habe. Beim Umschmelzen derselben, auch wenn ich sie vorher noch so rein abwusch, setzt sich viel einer orangefarbigen Substanz auf den Boden nieder, und die neue durchsichtigere Stange zeigt völlig schwarze Flecken und Streifen, welche in der vollkommnen Salzsäure ausgebleicht werden können. *)

*) Sollte nicht der Sauerstoff nach und nach ins Innere des Phosphors eindringen, Oxydationen da-

Diese präsumptive gasförmige Phosphorsäure sehe ich als ein Produkt des Sauerstoffs an, nicht aber als ein Produkt des Stickstoffs. Daher habe ich bei der sehr genauen Untersuchung ihrer Quantität in der zersetzten Luft, diese Quantität als eine Function des Sauerstoffgehalts der Luft angesehen, und diese Menge für jedes 0,01 berechnet, welches mir zur Basis einer Correction der Resultate des Eudiometers dient. Bei einer Luft, die 0,19985 Sauerstoff enthielt, fand ich die Menge dieser Gasart = 0,01489; welches für jedes 0,01 Sauerstoff, 0,00075 ausmacht, und mit Berthollet's Angabe von beinahe $\frac{1}{40}$ *) nicht übereinstimmt, da $\frac{1}{40} = 0{,}025$ ist. Seine Luft hatte nach seiner eignen Angabe 0,22 Sauerstoff, also ohne diesen Zusatz etwas weniger als 0,20, mithin beinahe so viel als die Luft, welche ich zu meiner Bestimmung nahm. Der Grund zu diesem Unterschiede mag von der Feuchtigkeit, vom chemischen Dunste, herrühren, auf welchen ich bei dieser Untersuchung sorgfältig Rücksicht nahm, Berthollet aber wahrscheinlich nicht. Diese Untersuchung

selbst erzeugen, und so die beiden Bestandtheile des Phosphors trennen? Der gelbe Niederschlag beim Schmelzen entzündet sich schlecht, flammt sehr wenig, muss also ein Oxyd seyn. Bestätigen sich diese Muthmassungen, so würde der reine Phosphor eine Art von Alkohol in fester Gestalt seyn. *P.*

*) *Annalen*, V, 346. *d. H.*

wird Scherer oder Voigt wahrscheinlich schon dem Publicum mitgetheilt haben. *)

*) *Eine sehr wichtige Correction am Phosphor-Eudiometer.* In Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 185 — 194, wo indess in Zahlen und Worten der Druckfehler so viele sind, dass ich manches nur rathen muss. — Um zuvor aus der zu untersuchenden atmosphärischen Luft das kohlensaure Gas möglichst abzuscheiden, liess Herr Prof. Parrot diese Luft 3 Tage lang über flüssigem halbkohlensauren Kali stehn, und durchschüttelte sie damit wiederhohlt. Dann wurde diese Luft im Quecksilber-Apparate in eine gegen 5‴ weite und 21″ pariser Maass lange Glasröhre gebracht, darin die Absorption des Sauerstoffs durch Phosphor veranstaltet, und als sie vollendet war, die Röhre in ein hohes Gefäss mit flüssigem Kali gebracht. Die Höhe, bis zu welcher dieses sogleich in der Röhre stieg, zeigte die Menge des absorbirten Sauerstoffgas. Nach 12 Stunden, wobei die Röhre mit dem Kali 6- oder 7mahl sanft geschüttelt war, damit alle Lufttheilchen mit demselben in Berührung kamen, als das Kali schon lange nicht mehr in der Röhre stieg, wurde der Stand desselben genau bemerkt. Die wohl getrocknete und gereinigte Röhre wurde darauf in ihrem ganzen Inhalte, und in ihrer Capacität bis an den beiden bemerkten Ständen, genau mit Quecksilber, auf einer Wage, die bei 1 Pfund noch mit $\frac{1}{4}$ Gran Ausschlag gab, ausgewogen, nachdem alle kleine Luftbläschen an der innern Oberfläche, durch Vereinigung zu einer grossen Blase, hinaus geschafft waren. Die ersten Versuche misslückten; fol-

Endlich stimmen meine Beobachtungen über die atmosphärische Luft mit denen des ägyptischen Che-

gender gelang mit der äusserſten Genauigkeit, so daſs dabei höchſtens aus der Schwierigkeit, die bei Eudiometern nach der bisherigen Einrichtung unvermeidlich iſt, den Stand des Kali ganz genau zu bemerken, ein Fehler entſtanden iſt. Es wog an Queckſilber

	Gran.	bei einem Stande des Barometers.	Thermomet.	Unterſchied.
der Inhalt der ganzen Röhre	11705	27″ 11,7‴	+ 10,9° R.	
der Phosph. 9,1 Gran wiegend	670			
d. Luftrückſtand nach d. Abſorpt. durch Phos.	8972	27 8,7	12	− 3‴ + 1,1°
und nach d. Abſorption durch Kali	8937	27 5,6	13,1	− 6,1‴ + 2,2°

Folglich betrug nach dieſen Verſuchen

	in Gran. Queckſilber	in Theilen des reinen Abſorpt. Raums unverbeſſert	verbeſſert
der reine Abſorptionsraum	11035	1	1
d. Abſorpt. durch Phosphor	2063	0,18697	0,19985
durch Phosphor und Kali	2103	0,19057	0,21474
durch Kali allein	40	0,00362	0,01489

wobei Hr. Parrot die Correctionen nach S. 203, Anm., (für

— 3‴ zu + 0,00690 und + 1,3° zu + 0,00598
— 6,1 + 0,01403 + 2,1° + 0,01012

Theilen des reinen Abſorptionsraums,) in Rechnung bringt.

mikers nicht überein. Er fand beständig gleichen Sauerstoffgehalt, und zwar nach allen Reductionen 0,22. In meinen spätern Versuchen, (ich führe absichtlich die frühern nicht an, welche vielleicht aus

Da beim Schütteln das Kali immer etwas an den Wänden der Röhre hängen bleibt; so setzt Herr Parrot *die wahre Absorption durch Kali allein* wenigstens auf 0,015 des reinen Absorptionsraums, oder auf $\frac{0{,}015}{0{,}2} = 0{,}075$ des Absorptionsraums durch Phosphor. Und daraus folgert er die Regel, dass man die Phosphor-Absorption, in Theilen des ganzen Absorptionsraums ausgedrückt, nachdem sie wegen des Barometer- und Thermometerstandes verbessert worden, *noch mit* 0,075 *multipliciren, und dieses Produkt zu der gefundnen Absorption hinzufügen müsse*, um die Summe des wahren Sauerstoff-Gehalts der atmosphärischen Luft zu erhalten. Da aber eine solche Regel auf einer einzigen Beobachtung nicht allzu sicher steht, so dürfen wir mehr darüber in Herrn Parrot's Eudiometrie erwarten.

Da Herr Parrot ferner fand, dass das Gemisch aus Stickgas und gasförmiger Phosphorsäure bei Veränderung der Temperatur sein Volumen nach einem andern Gesetze, als die atmosphärische Luft, und in zwei Eudiometern mit verschiednen Phosphormengen nicht gleichmäsig änderte; so gründet er darauf den Vorschlag, *bei allen Eudiometern sich eines Phosphor-Volums zu bedienen, welches* $\frac{1}{10}$ *des reinen Absorptionsraums*, mithin $\frac{1}{11}$ der Absorptionsröhre, *gleich ist*, wodurch erst völliges Harmoniren erreicht werde. *d. H.*

Mangel an Kenntnifs des neuen Gegenftandes nicht ganz richtig feyn mochten,) variirte diefer Gehalt von 0,207 bis 0,23, die erwähnte Reduction nicht mitgerechnet. Setze ich meine Reduction dazu, fo find die Grenzen 0,222525 und 0,24725. Nimmt man Berthollet's Angabe zur Correction, fo find diefe Grenzen 0,232 und 0,255.*) Zahlreichere Verfuche werden vermuthlich diefe Grenzen noch etwas erweitern; für jetzt kann man wohl 0,025 für den gröfsten Unterfchied anfehen, und annehmen, dafs der gröfste Sauerftoffgehalt der atmofphärifchen Luft etwa = 0,25 ift. Der Grund, den Berthollet für die Beftändigkeit des Sauerftoffgehalts angiebt, nämlich die Bewegung der Luft, beweift allerdings, dafs diefer Gehalt nicht fehr ftark variiren kann, fchliefst aber Variationen von 2 bis $2\frac{1}{2}$ pC. nicht aus, es verfteht fich, für fehr entfernte Orte und verfchiedne Zeiten. Ein Wind,

*) Diefer Unterfchied fcheint mir daraus fich leicht erklären zu laffen, dafs Berthollet nicht auf den Gehalt an Feuchtigkeit der Luft fah, die er zerfetzte. Gefetzt, fie fey halb mit Feuchtigkeit gefättigt gewefen, fo würde 0,01 für diefe abzuziehn feyn, (S. 203, Anm. 8,) und die Grenzen des Sauerftoffgehalts der atmofphärifchen Luft, nach Berthollet's Verfuchen, 0,222 und 0,245 werden, alfo faft ganz mit den Parrotfchen zufammenfallen, welches den trefflichften Beweis für die Vollkommenheit des gehörig behandelten Phosphor-Eudiometers abgeben würde. *d. H.*

der 15 Fuſs in einer Sekunde durchläuft, braucht etwa 5 Tage, um eine Strecke von 18° zu durchſtreichen. Warum ſollte z. B. vor einem Südwinde die Luft in Schottland, Schweden, Norwegen, Ruſsland nicht an Sauerſtoff ärmer ſeyn, als 5 Tage nach deſſen Entſtehung, wenn z. B. eine üppige Vegetation, von vielem Sonnenſcheine begünſtigt, viel Sauerſtoffgas in Italien, im nördlichen Afrika, in Griechenland entwickelt hat? Warum ſollte ein Oſtwind, der über Aſiens Vegetation herkömmt, nicht Europa mit mehr Sauerſtoff verſehen, als der Weſtwind, der über das atlantiſche Meer herweht, wo er keine Sauerſtoff-Entwickelung antrifft? Und iſt dieſer Unterſchied an Sauerſtoffgehalt jener Winde nicht die Haupturſache ihrer hygrometriſchen Phänomene. *)

*) Hier noch einige intereſſante *Reſultate*, welche Herr Parrot aus ſeinen eudiometriſchen Verſuchen in einem im Juni 1800 geſchriebnen Briefe, in Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 219 f., mittheilt. Da er ſeitdem erſt die vorhin erwähnte wichtige Correction für das Phosphor-Eudiometer aufgefunden hat, ſo habe ich alle ſeine Angaben um 0,075 derſelben vermehrt. Eine *äuſserſt verdorbne Luft*, worin Menſchen anfingen ohnmächtig zu werden, enthielt noch einen Sauerſtoffgehalt von 0,183. — Gemeine atmoſphäriſche Luft verliert bei einem *einmahligen Durchgange durch die Lunge* nach allen Reductionen für Temperatur und Feuchtigkeit nicht mehr als 0,0138 Sauerſtoffgas.

3. *Wie liefsen fich Gewitter unfchädlich machen?*

Indem ich diefes Schreiben beendige, erhalte ich eben von dem Herrn Landrath von Sivers, der

Ihre Zerfetzung erzeugt einen Niederfchlag von Wafferdünften, und diefe befördern umgekehrt die Zerfetzung; daher die Feuchtigkeit des Hauchs. — Atmofphärifche Luft von einem Sauerftoffgehalte 0,226 durch einen grofsen Haufen *brennender Kohlen* etwas fchnell, aber fo getrieben, dafs nichts daneben gehn konnte, enthielt noch nach dem Durchgange 0,14 Sauerftoffgas. — *Effigdünfte* bringen in atmofphärifcher Luft von ungefähr 0,226 Sauerftoffgehalt, bei 12 bis 15° Temperatur eine Erhöhung des Sauerftoffgehalts von 0,065 hervor; ein auffallendes und unerwartetes Refultat, welches Herr Parrot wiederhohlt und unter verfchiednen Umftänden ftets erhalten hat, und wobei der Einflufs des Wafferdunftes gehörig in Rechnung gebracht ift, (und was in Verbindung mit den Guytonfchen Verfuchen, *Annal.*, IX, 367, noch intereffanter wird.) „Diefes", fagt Herr Parrot, „bietet alfo ein fehr einfaches und ficheres Mittel dar, *um verdorbne Luft mit Sauerftoffgas zu fchwängern.* Da der Gehalt einer guten Zimmerluft gewöhnlich zwifchen 0,226 und 0,238 ift, und eine äufserft verdorbne Luft noch 0,183 Sauerftoff enthält, fo fieht man, wie leicht und vollftändig Effigdünfte fie verbeffern können. Ich habe diefe Verbefferung fchon im Grofsen, im Rigaer Armen- und Krankenhaufe dadurch mit Vortheil benutzt, dafs ich bei gewöhnlicher Temperatur leinene Lappen in Effig

auf seinem Gute in Livland wohnt, *) einen Brief, in welchem ich folgendes lese: „In der Nacht, die

tauchte und im Zimmer aufhing." — *Weinstein-säure* auf die nämliche Art angewandt, hatte nicht den mindesten Einfluſs auf den Sauerstoffgehalt der Luft, und Herr Parrot vermuthet, daſs dieses der Fall mit allen nicht-riechenden Säuren seyn dürfte, indeſs vielleicht alle riechenden sich wie der Essig verhalten möchten, (Versuche hatte er bis dahin noch nicht darüber angestellt,) da denn jede Einwirkung einer Säure auf unser Geruchsorgan eine Zersetzung der Säure in der Luft anzeigen würde, worauf am Ende vielleicht alle Gerüche hinauslaufen möchten. „Es ist unglaublich," schlieſst Herr Parrot, „wie viele Vortheile die Naturlehre aus guten Eudiometern ziehn kann." Sicher sehn auch alle Physiker der *Eudiometrie*, an welcher Herr Professor Parrot schon seit längerer Zeit arbeitet, mit Sehnsucht entgegen. *d. H.*

*) Der ehemahlige Gouvernements-Marschall, dessen *Merkel*, in seinen Schriften über die Letten, auf eine so ehrenvolle und ausgezeichnete Art erwähnt, und von dem ich es verbürge, daſs dieses keine Selbstbecomplimentirung über sein Gefühl war; daſs es Wahrheit ist. Ich habe ihn zweimahl nach Petersburg reisen sehn, in der festen Ueberzeugung, daſs er das Opfer seiner Liebe für seine Nebenmenschen seyn würde; andere sahen ihn gegen die Türken kämpfen, und gegen den allmächtigen Potemkin. Immer war er derselbe. Nur das Leiden anderer erschütterte ihn. *P.*

ich bei Ihnen in Riga zugebracht habe, bin ich um etwa 4- bis 5000 Thaler ärmer geworden. Ein fürchterlicher Sturmwind mit Hagel hat uns 360 Scheiben im Hause eingeschlagen, mein ganzes Hofesfeld und eine Hoflage an Weitzen, Roggen, Gerste und Hafer dergestalt niedergeschlagen, als hätte man den Dreschflegel einige Mahl darüber geführt. Das gröfste Glück dabei ist, dafs meine Bauern verschont worden sind." Dieses Unglück erweckt in mir einen sehnlichen Wunsch, dafs man endlich Versuche anstelle, um die Gewitter so unschädlich zu machen, als ihren Begleiter, den Blitz. Einen Strahl von Hoffnung sehe ich in folgender Betrachtung: Das Gewitter entsteht durch eine grofse und schnelle Zersetzung der Luft durch electrische Explosionen. Die Folge davon ist nicht nur ein Niederschlag des chemischen Dunstes, sondern auch eine plötzliche Dilatation der Luftschichten, welche die Wolken umgeben. Diese Dilatation erzeugt Kälte, und geschieht sie sehr plötzlich, so mufs die Temperatur in dieser Höhe mehrere Grade unter den Frierpunkt des Wassers fallen; wenigstens scheint mir dieses die natürlichste Auslegung der Bildung des *Hagels*. Aus der nämlichen Ursache entsteht der Sturmwind.

Wie, wenn man die grofse Spannung nicht erwartete, um das Gewitter entstehen zu lassen? Sollte man nicht der Atmosphäre das Gewitter gleichsam *inoculiren* können? Jede beträchtliche Zersetzung

tzung

tzung des Sauerſtoffgas müſste, denke ich, dieſes bewirken.

Aber wie in der Region des Gewitters ſolche Zerſetzungen bewirken? Dieſes iſt eine Aufgabe für Kunſtverſtändige in der Artillerie. Wäre es unmöglich, eine ſchwache Bombe von etwa 20 Pfund Pulver hoch genug zu ſchieſsen, und ſo, daſs ſie im höchſten Punkte ihres Steigens platzte? Die dadurch bewirkte Zerſetzung des Sauerſtoffgas wäre hinlänglich, um den Gewitterprozeſs anzufangen, der, wenn er angefangen hat, durch die rege gemachte Electricität von ſelbſt ſich fortſetzen würde. — Vielleicht werden allweiſe Herren über dieſe Beſtürmung des Himmels mit Granaten ſich luſtig machen. Ohne Zweifel lachten ſie auch, als ſie hörten, daſs ein amerikaniſcher Buchdruckergeſell den Vorſchlag that, den Blitz auf einem Bratſpieſse aufzufangen, und ihn zu den Gnomen oder nach dem Centralfeuer zu ſchicken. — Einſtweilen mache man mit einem Luftballon den Verſuch. Durch ihn ſchleppe man die leicht zerſpringliche Bombe an einem 500 Fuſs langen Stricke, und entzünde ſie ſo unter dem Ballon. Da ſie ohne groſse Exploſion platzen wird, ſo iſt dabei für den Aeronauten keine Gefahr. Der groſse Zweck dieſer Verſuche iſt, glaube ich, der Ausführung würdig genug. Um die Exploſion ganz zu verhüten, könnte das Pulver befeuchtet werden, und die Wirkung würde dadurch, wie durch Verminderung des Salpetergehalts, erhöhet werden.

Ehe dieſer Brief geſchloſſen wird, leſe ich in den *Ann.*, B. VI, S. 21 f., unter den durch Will. Hamilton geſammelten Merkwürdigkeiten beim letzten Ausbruche des Veſuvs, die Stelle S. 34, über *die Anziehung der wäſſerigen Wolken durch den Vulkan.* Dieſes Phänomen ſcheint mir ein abſichtlicher Verſuch zu ſeyn, der meinen Vorſchlag unterſtützen ſoll. Wie ſchön beſtätigt es nicht meine Theorie!

IV.

GRUNDZÜGE
von Volta's electrischer Theorie der Erscheinungen seiner Säule;

dargestellt

von

C. H. Pfaff,
Professor zu Kiel,

in einem Schreiben an den Herausgeber.

Hamburg den 25sten Dec. 1801.

Mancherlei Umstände, verehrtester Freund, haben mich gehindert, ein Versprechen, das ich öffentlich gethan habe, (Intell.-Blatt der ALZ., October, und *Annal.*, IX, 491,) früher zu erfüllen. Auch jetzt kann ich demselben nur einigermaſsen Genüge leisten, da mir in diesem Augenblicke die Zeit zur weitern Ausführung der Bemerkungen fehlt, welche den Gegenstand dieses Briefes ausmachen werden. Indessen darf ich diesen Brief doch nicht länger aufhalten, so unvollkommen er auch in Hinsicht auf eine erschöpfende Darstellung, auch nur *einer Ansicht* der Voltaischen Säule seyn wird, da ich sonst vielleicht durch ein längeres Stillschweigen den Verdacht erregen könnte, als sey die Sache, die ich angekündigt habe, doch nicht so ganz ausgemacht, und als hätten neue Zweifel und Schwierigkeiten mein Verstummen veranlaſst.

Die 5 neuesten Stücke Ihrer Annalen, die erst seit einigen Tagen in meinen Händen sind, enthalten herrliche Beiträge zur genauern und tiefern Kenntniss der Gesetze der Erscheinungen, welche durch Volta's Säule vermittelt werden. Vieles, was ich Ihnen als Neu mittheilen wollte, ist in Ritter's Briefen nicht bloss schon angedeutet, sondern erschöpft. Indessen hat eben der langsame, nichts gleichsam hinter sich lassende Gang dieses musterhaften Experimentators seine Fortschritte zum Ziele etwas aufgehalten, und die Ansicht der Erscheinungen der Voltaischen Säule aus einem *zu allgemeinen und hohen Standpunkte* ihn einigermassen gehindert, eine Erklärung zu suchen, die, wenn er auch auf sie gekommen wäre, ihm doch vielleicht nicht einmahl Genüge geleistet haben würde. Nach dem Gange seiner Untersuchungen und nach der ganzen Tendenz seines Geistes sehe ich voraus, dass er gegen Volta's Erklärung, die durch van Marum's mit mir gemeinschaftlich angestellten Versuche, sich so vollkommen bestätigt hat, nicht bloss vieles einzuwenden haben, sondern dass er überhaupt *dergleichen Erklärungen* gar nicht gelten lassen wird. So manches sich auch vielleicht aus dem Standpunkte des *Natur-Metaphysikers* dagegen möchte einwenden lassen, so bin ich doch überzeugt, dass es der *Physiker* Volta'n Dank wissen wird, das Problem der Säule *so weit* aufgelöst zu haben, und auf jeden Fall sind Volta's Versuche ein unschätzbarer Beitrag. Wir haben durch sie Verhält-

nisse des sogenannten Galvanismus kennen gelernt, durch welche er mit der Electricität für den *blossen Physiker* ganz in eine Klasse zusammenfällt, und ich darf hoffen, dass van Marum's und meine Versuche, durch ihre Präcision und messende Genauigkeit, die electrische Seite der Voltaischen Säule, (und für mich ist diese electrische Seite auch die galvanische, und der Galvanismus der Voltaischen Säule nichts weiter als Electricität,) auf eine Art beleuchtet haben, dass schon jetzt das Hauptgesetz derselben ausgesprochen werden kann. Der Beschreibung dieser unsrer gemeinschaftlichen Versuche will ich hier nicht vorgreifen, und mich bloss darauf einschränken, mehr aphoristisch als ausführlich, *die Hauptideen* Volta's *über den*, um mich so auszudrücken, *electrischen Mechanismus seiner Säule*, mit einer kurzen Nachweisung auf die Hauptversuche, die als Belege dazu dienen, vorzutragen. Die Ausführung, wohin auch die Mittheilung einiger handschriftlichen Aufsätze des grossen italienischen Physikers selbst gehört, behalte ich mir für eine andere Gelegenheit vor.

I. Wenn zwei heterogene Metalle, (einschliesslich anderer sich in dieser Hinsicht wie Metalle verhaltender Körper, wie z. B. Kohle u. s. w.,) sich untereinander gehörig berühren, wird in dieser Berührung ein electrischer Prozess ganz eigner Art rege, den man eine Störung des electrischen Gleichgewichts oder eine *Electricitätserregung durch Impulsion* nennen möchte. Das eine der beiden Me-

talle wird positiv-, das andere negativ-electrisch, und zwar so, daſs diese *beiden Electricitäten*, so lange *die beiden Metalle mit einander in Berührung sind, sich nicht wechselseitig binden* und latent machen, sondern daſs der Ueberfluſs der einen, (um mich irgend einer electrischen Sprache zu bedienen,) sich in jedem Augenblicke nach jeder Richtung, diejenige gegen das andere Metall ausgenommen, (von welchem aus der electrische Andrang geschieht,) zu ergieſsen und an andere Körper mitzutheilen strebt; so wie umgekehrt das andere Metall seinen Mangel an Electricität in jeder Richtung, nur nicht von der Seite des ersten Metalls her, zu ersetzen sucht.

II. Die *electrische Spannung*, (*Tension*,) die durch eine solche Wechselwirkung zweier Metalle auf einander erfolgt, die positive in dem einen Metalle sowohl, als die negative im andern, ist, selbst bei den günstigsten, mit einander am stärksten wirkenden Metallen, z. B. bei Silber und Zink, nur ungemein schwach, und durch das empfindlichste Electrometer nicht unmittelbar zu erkennen, sondern nur durch Hülfe des Condensators an empfindlichen Electrometern, z. B. dem Bennetschen, darzustellen. Man nenne *electrische Tension von einem Grade* die Tension für ein einzelnes Plattenpaar, z. B. von Silber und Zink, von welchem das Silber negativ, der Zink positiv ist.

Die beiden hier aufgestellten Fundamentalsätze sind durch mannigfaltig abgeänderte Versuche, die

Volta zum Theil schon längst bekannt machte, und welche van Marum und ich sämmtlich stets mit einerlei Erfolge wiederhohlten, hinlänglich begründet.

III. Durch eine Uebereinanderhäufung mehrerer gleicher Metall-Plattenpaare kann dieser electrische Effect nicht verstärkt werden. Es erfolgt dadurch entweder nur eine electrische Tension, wie die eines einzigen Metall-Plattenpaares, oder der Effect ist völlig null, indem, wenn in der ganzen Säule die Metalle sich unmittelbar berühren, die electrischen Impulsionen nach oben und unten sich entweder gänzlich oder wenigstens so weit aufheben, dass nur eine einzige als Rest bleibt. Dieses folgt nothwendig aus I und II, und bestätigt sich vollkommen durch Versuche.

IV. Wenn *Metalle* mit *feuchten Leitern* sich wechselseitig berühren, besonders wenn diese feuchten Leiter mehr oder weniger *wässerig* sind, (denn einige feuchte Leiter verhalten sich allerdings beinahe wie die Metalle,) so findet zwar ebenfalls ein ähnlicher electrischer Prozess statt; aber der electrische Andrang oder die electrische Impulsion von dem einen zum andern, nämlich *vom Metalle zum feuchten Körper*, ist *so geringe*, dass die dadurch erfolgte Störung des electrischen Gleichgewichts, oder die Electricitätserregung, *unverhältnissmässig viel schwächer*, als die zwischen zwei heterogenen, selbst ungünstig mit einander wirkenden Metallen ist, und im Vergleiche mit der Electricitätserregung zwischen

zwei ſehr günſtig mit einander wirkenden Metallen gar nicht in Anſchlag gebracht zu werden verdient. Hierin ſind die Metalle und die ihnen gleich wirkenden Körper, welche Volta *Leiter der erſten Klaſſe* nennt, von den feuchten Körpern, als *Leitern der zweiten Klaſſe*, ſehr unterſchieden, und in dieſer Hinſicht können jene im eigentlichſten Verſtande *Electricitätserreger* genannt werden. — Auch dieſer Satz iſt von Volta durch eine zahlreiche Reihe von Verſuchen, wobei der Condenſator ebenfalls zu Hülfe genommen werden muſs, hinlänglich begründet.

V. Dieſe Eigenſchaft des Waſſers und ähnlicher Feuchtigkeiten macht es möglich, eine *Voltaiſche Säule* zu erbauen, d. h., den Effect eines einzelnen Plattenpaares zu einem mehrfachen Effect vereinigt wirkender Plattenpaare zu erheben. Die kleinſte Voltaiſche Säule beſteht aus zwei Metall-Plattenpaaren, die durch einen feuchten Körper von einander getrennt ſind. Dieſe Säule ſey folgendermaſsen conſtruirt:

[1] Silber [2] Zink — feuchter Körper — [3] Silber [4] Zink.

In dem erſten Metall-Plattenpaare findet eine electriſche Impulſion vom Silber zum Zink = 1 ſtatt, wodurch eine electriſche Tenſion = 1, eine negative im Silber, eine poſitive im Zink, hervorgebracht wird. Ruhete das zweite Plattenpaar unmittelbar auf dem erſten Plattenpaare auf, ſo würde vom Silber 3 eine ähnliche Impulſion gegen den Zink 2

nach unten ſtatt finden, als vom Silber 1 gegen den Zink 2 nach oben ſtatt hat, und dieſe beiden Impulſionen müſsten ſich wechſelſeitig vernichten; es bliebe daher bloſs die electriſche Impulſion vom Silber 3 nach dem Zink 4, und folglich bloſs der einfache Effect eines einzelnen Plattenpaares übrig. Der feuchte Zwiſchenkörper vermittelt dagegen die Vervielfachung des Effects. Die electriſche Impulſion, die vom Silber 3 gegen den feuchten Körper ſtatt findet, iſt unendlich geringe, und ſchwächt ſo viel wie nichts die electriſche Impulſion, die vom Silber 1 aus nach dem Zink, und ſofort in der Richtung nach oben wirkt. Der feuchte Körper iſt gleichſam *ein bloſser gleichgültiger Zwiſchenleiter* der erſten Impulſion des erſten Metall-Plattenpaares, die ſich mit der Impulſion des zweiten Metall-Plattenpaares, die vom Silber 3 nach dem Zink 4 in ähnlicher Richtung ſtatt findet, vereinigt, und gleichſam eine doppelte Impulſion, und ſomit eine doppelte poſitive electriſche Tenſion im Zink 4 hervorbringt, welcher nothwendig eine doppelte negative Tenſion im Silber 1 entſprechen muſs. Die Verſuche beſtätigen dieſes Reſultat.

VI. In der Voltaiſchen Säule nimmt die *electriſche Tenſion* mit der Zahl der Plattenpaare in arithmetiſcher Progreſſion zu, und entſpricht an jedem Pole der Summe der Impulſionen der mehrern Plattenpaare. Wenn ein Plattenpaar eine Tenſion = 1 bewirkt, ſo bringen *n* Plattenpaare, auf gehörige Art über einander gehäuft, eine *n*fache Tenſion her-

vor. — Auch dieses wird durch Versuche mit genauen Condensatoren und Electrometern, die van Marum und ich mannigfaltig abänderten, bestätigt. *)

VII. Die Voltaische Säule ist in einem *doppelten Zustande* zu betrachten, und nur durch sorgfältige Unterscheidung dieses doppelten Zustandes erklären sich die sonst so räthselhaften Wirkungen derselben. Der eine Zustand ist derjenige, wenn die Kette *nicht geschlossen* ist, und folglich kein electrischer Strom von einem Pole zum andern und durch die Säule hindurch statt findet. Der andere Zustand ist derjenige der *Schliessung* der Kette, in welchem der electrische Strom vorhanden ist.

VIII. Eine *nicht-geschlossne Voltaische Säule* zeigt nur geringe Spuren von Electricität, die erst bei einer grössern Anzahl von Plattenpaaren wahrnehmbar werden. Die electrische Tension ihrer Pole ist ungemein geringe, und fängt erst bei 20 bis 30 Plattenpaaren an, für das empfindlichste Electrometer merklich zu werden. Eine Säule von

*) Diese Tension zeigt sich nämlich alsdann als eine *n*fache, wenn der eine Pol mit der Erde in Verbindung steht, während die electrische Tension am andern isolirten Pole untersucht wird. Bei vollkommen isolirten Voltaischen Säulen findet allerdings auch diese *n*fache Tension statt, kann aber nur nicht, wie aus der Theorie folgt, so deutlich dargestellt werden. *Pfaff.*

200 Plattenpaaren Zink und Silber hat kaum noch eine electrische Tension, welche mit der einer geriebnen Siegellackstange verglichen werden könnte, und das positive oder negative Ende einer *isolirten Voltaischen Säule*, auch wenn sie aus 300, 400 und mehrern Plattenpaaren bestünde, würde immer nur einen so schwachen Funken ertheilen, dass er für die Empfindung kaum wahrzunehmen wäre. Die Electricität scheint in ihr gleichsam in Ruhe zu seyn, und die Säule nicht stärker zu wirken, als jeder andere Conductor von gleicher Oberfläche, der bis zu derselben schwachen Tension electrisirt ist.

IX. Ganz anders verhält sich die *Voltaische Säule im Zustande der Schliessung*, indem sie von einer wunderbaren Wirksamkeit erscheint, sobald ein Erguss oder continuirlicher Strom von Electricität in ihr sollicitirt und aus ihr entlockt wird. Dieses kann auf eine doppelte Art geschehen:

a. durch eine unvollkommne Schliessung der Kette, indem *mit dem einen Pole* der Voltaischen Säule electrische Conductoren von einer grossen Capacität in Verbindung gesetzt werden, die übrigens in *keiner* leitenden Verbindung mit dem andern Pole stehen. *) Diese Conductoren werden durch diese

*) Man sieht, dass hier *unvollkommne Schliessung* in einem andern Sinne genommen ist, als worin Herr Ritter, *Annalen*, VIII, 456, eine durch einen Gasapparat oder durch den thierischen Kör-

Verbindung in einem Augenblicke dieselbe electrische Tension annehmen, folglich in einem Augenblicke von der Voltaischen Säule die ganze große Quantität von Electricität erhalten, welche nöthig ist, um in ihnen diese electrische Tension hervorzubringen. Solche Körper sind: 1. die obere Platte des *Condensators*, 2. die *Leidener Flasche*, als ein Condensator in einer andern Gestalt. — *Der Condensator* mit der Voltaischen Säule in Verbindung gesetzt, erhält durch eine augenblickliche Berührung des einen oder andern Pols, dieselbe electrische Tension als dieser, und zeigt dann, wenn man den Collectordeckel von der untern Platte wegnimmt, diese Electricität 60-, 100-, 200-, 300fach verstärkt, je nachdem er 60, 100, 200, 300mahl condensirt. Durch diesen Versuch beweist sich also die Voltaische Säule als eine *Electricitätsquelle;* es ergießt sich aus ihr dieses 60-, 100-, 200-, 300fache Quantum von Electricität in einem Augenblicke, (der aber allerdings aus so vielen kleinern Zeittheilchen, als wir wollen, zusammengesetzt gedacht werden kann,) in den Deckel des Condensators. Die Voltaische Säule entwickelt aber diese Electricität nicht aus sich selbst. *Die Bedingungen dieser Electricitätserregung* sind *nicht alle in ihr enthalten;* sie empfängt blos fremde Electricität, um sie wieder abzugeben, und verhält sich in dieser Hinsicht wie jede andere Electrisirmaschi-

per geschloſsne Säule eine *partiell* geschloſsne nennt. *d. H.*

ne, die nur so lange Electricität mittheilt, so lange sie durch das nicht-isolirte Reibezeug neue empfangen kann. Eine *isolirte* Voltaische Säule theilt einem Condensator *unmerklich wenig Electricität* mit, man mag ihn *noch so lange* mit ihr in Verbindung lassen, und zwar nicht mehr, als jeder andere Conductor von gleicher Oberfläche und bis zu derselben Tension electrisirt, der keinen neuen Zufluss erhält, dem Condensator ertheilen würde. Kaum bringt man aber an den einen, z. B. an den negativen Pol, eine Zuleitung an, während der Condensator mit dem entgegengesetzten positiven Pole in Verbindung steht, so erhält er auch im Augenblicke seine ganze mögliche Ladung. — Die Stärke des electrischen Stroms, der sich aus der Voltaischen Säule ergiesst, erscheint noch viel auffallender und wahrhaft erstaunenswürdig, bei der *Ladung* von Körpern von grosser Capacität, z. B. *von grossen electrischen Batterien.* Merkwürdige Versuche in dieser Hinsicht sind die von van Marum gemeinschaftlich mit mir angestellten, aus denen erhellet, dass der electrische Strom aus dem positiven Ende einer Säule von 200 Plattenpaaren, (denn dass es bei dieser Vergleichung auf die Höhe der Voltaischen Säule sehr mit ankömmt, versteht sich von selbst,) den electrischen Strom der stärksten Electrisirmaschine übertrifft, so dass durch diesen Strom in gleicher Zeit eine viel grössere Quantität von Electricität mitgetheilt wird, als durch den continuirlichen Strom der wirksamsten Electrisirmaschine. Auch

hier, wie ſich ſchon aus den Verſuchen mit dem Condenſator ergiebt, theilt die Voltaiſche Säule, wie jede andere Electriſirmaſchine, bloſs mit, was ſie empfängt. *Iſolirt* würde ſie auch die kleinſte Leidener Flaſche in noch ſo langer Zeit nicht laden können. Auch verſteht ſich von ſelbſt, daſs die Ladung einer jeden Flaſche, Batterie u. ſ. w. durch Volta's Säule, ihre beſtimmten Grenzen hat, d. h. daſs die Voltaiſche Säule jede Flaſche, Batterie u. ſ. w., zu keiner höhern Tenſion laden kann, als ſie ſelbſt hat.

b. Durch eine vollkommne Schlieſsung der Kette, indem *beide Pole* in eine leitende Verbindung miteinander geſetzt werden. Hier zeigen ſich die wunderbaren Wirkungen des ſtarken electriſchen Stroms, der von einem Pole zum andern geht, im volleſten Maaſse, und in dieſer Rückſicht kann die Voltaiſche Säule mit nichts beſſerm verglichen werden, als mit einer Batterie von unendlicher Capacität, die aber nur bis zu einer ſchwachen Tenſion geladen iſt. Daſs in dieſem Falle die Voltaiſche Säule *alle Bedingungen ihrer Wirkſamkeit*, d. h., des electriſchen Stroms von einem Pole zum andern, oder durch die geſchloſsne Säule, *in ſich vereinigt*, ſo daſs ſie nun vollkommen iſolirt ſeyn kann, (ein in ſich geſchloſsnes wirkſames Ganze darſtellend, gleichſam einen Organismus in der ſogenannt unorganiſchen Natur,) iſt eben ſo wenig zu verwundern, als daſs eine Electriſirmaſchine einen continuirlichen electriſchen Strom giebt, wenn an ihr eine Ableitung vom Con-

ductor, (= positivem Pole,) zum Reibezeuge, (= negativem Pole,) statt findet. Auch ist bei der Vergleichung einer Voltaischen Säule mit einer Batterie von unendlicher Capacität, die aber nur bis auf eine geringe Tension geladen ist, noch zu bemerken, daſs die Voltaische Säule die Effecte der Ladung einer solchen Batterie, (in Hervorbringung von Erschütterungen u. s. w.,) nur durch die Totalsumme vieler unendlich schnell auf einander folgender schwacher Ladungen und Entladungen hervorbringt. Sie ist gleichsam eine kleine Leidener Flasche, die sich aber in einem Zeitaugenblicke so unendlich oft ladet und wieder entladet, daſs sich in gleicher Zeit eben so viel Electricität aus ihr ergieſst, als aus einer Batterie von unendlicher Capacität, deren Entladung, d. h., das Einströmen und Durchströmen ihres Electricitätsvorraths in und durch einen Ableiter, z. B. durch den menschlichen Körper, ebenfalls nicht in einem metaphysischen Zeitaugenblicke, sondern bloſs in der Succession unendlich vieler kleiner Zeittheilchen geschehen, und folglich in der Hinsicht mit der Succession unendlich vieler Entladungen einer kleinen Leidener Flasche sehr wohl verglichen werden kann.

X. So groſs nun die electrischen Wirkungen der Voltaischen Säule wegen der auſserordentlichen Quantität von Electricität sind, welche sie in ihrem electrischen Strome, in einer gegebnen Zeit, mittheilt, und so sehr sie in dieser Hinsicht auf gewisse Art die stärksten Electrisirmaschinen übertrifft: so unwirk-

ſam und gleichſam unelectriſch muſs ſie wiederum auf der andern Seite, wegen der ſchwachen Tenſion, bis zu welcher ſich die Electricität in ihr anhäufen oder vielmehr polariſiren läſst, erſcheinen. In dieſer *ſchwachen Tenſion* ſind folgende Erſcheinungen gegründet: a. die ſchwachen und auf keine groſse Weite ſtatt findenden *Anziehungs*- und *Repulſionserſcheinungen;* eine geriebne Siegellacksſtange übertrifft in dieſer Hinſicht eine Voltaiſche Säule von 200 Plattenpaaren. — b. Die äuſserſt geringe *Schlagweite der Funken*, die damit parallel läuft; eine Schlagweite, die bei niedrigen Säulen, z. B. von 20, 30 Plattenpaaren, ein Minimum iſt, und erſt bei Säulen von 100, 200 Plattenpaaren merklich wird. — c. Die verhältniſsmäſsig gegen die ſtarken Wirkungen des Stroms *ſchwachen electriſchen Funken* der Voltaiſchen Säule, deren Schwäche mit *b* parallel läuft. In ſo fern indeſs auf die Lebhaftigkeit dieſer Funken, auſser *der Länge* des Luftraums, auch die *Quantität* von *Electricität*, die in einer gegebnen Zeit durch dieſen Luftraum durchbricht, Einfluſs hat, iſt jedoch die Lebhaftigkeit der Funken der Voltaiſchen Säule für dieſe ſchwache Tenſion verhältniſsmäſsig noch ſehr ſtark, wie die Verſuche hinlänglich beweiſen. — d. Die *Nichtleitung der Electricität der Voltaiſchen Säule durch ſehr unvollkommne Leiter*, die einen zu groſsen Widerſtand einer Electricität von ſo ſchwacher Tenſion entgegenſetzen. Leitung und Nichtleitung der Electricität ſind ſehr relativ, und hängen ganz von der Tenſion

ſion derſelben ab. Daher wurden viele negative Fälle von Leitung bei einfachen galvaniſchen Ketten, wo die electriſche Tenſion, (ehe nämlich ein wirklicher Strom eingeleitet iſt,) überaus ſchwach iſt, durch Verſtärkung dieſer electriſchen Tenſion in der Voltaiſchen Säule poſitiv. (Glühendes Glas, Lichtflamme u. ſ. w.)

XI. Vergleicht man in dieſen beiden Hinſichten, (IX, X,) den electriſchen Apparat Volta's mit den *gewöhnlichen Electriſirmaſchinen*, ſo kann man ſagen, daſs dieſer Apparat, aus dem einen Geſichtspunkte betrachtet, die *ſtärkſte*, und aus dem andern Geſichtspunkte betrachtet, (ſofern nämlich eine gewiſſe Höhe der Säule zum Maaſsſtabe angenommen wird,) die *ſchwächſte* Electriſirmaſchine iſt, und daſs dieſe Verſchiedenheit weſentlich auf der Verſchiedenheit des Electricität erregenden Körpers, der bei beiden electriſchen Apparaten angewandt wird, beruht. Volta's Apparat iſt die *ſtärkſte* Electriſirmaſchine, wenn man auf den continuirlichen electriſchen Strom ſieht, und dieſer ſtärkere electriſche Strom wird in ihr möglich, weil ſie aus lauter mehr oder weniger vollkommnen Leitern zuſammengeſetzt iſt, während bei den gewöhnlichen Electriſirmaſchinen der angewandte electriſche Körper, als ein ſehr unvollkommner Leiter, die Mittheilung der erregten Electricität an den Conductor und ſofort zurück an das Reibezeug, (wenn wir auch dieſen electriſchen Apparat zur ſtrengern Analogie uns unter der Form eines in ſich zurückgehen-

den Ganzen vorstellen,) und folglich den ganzen electrischen Strom retardirt. Er ist die *schwächste* Electrisirmaschine, wenn auf die Anhäufung von Electricität bis zu einer gewissen Tension, (Verdichtung,) Rücksicht genommen wird. Der Conductor der gewöhnlichen Electrisirmaschinen erlaubt eine grosse Anhäufung von Electricität, weil hier ein schlechter Leiter der Electricität zwischen dem positiven, (Conductor,) und negativen Pole, (Reibezeug,) zwischen liegt. In der Voltaischen Säule wirkt die vortreffliche Leitungskraft der Körper, aus denen sie besteht, einer starken Anhäufung oder Verdichtung an einem, und einer so starken Abnahme am andern Ende, (kurz, einer so hohen Polarität,) entgegen, und die statt findende Polarität ist gleichsam nur die Wirkung des Uebergewichts der Impulsion nach einer Seite hin, über die Leitungskraft. Daraus folgt denn auch, dass sich eine Voltaische Säule denken läßt, die auch in der zweiten Rücksicht die stärkste Electrisirmaschine übertreffen könnte, in so fern nämlich die Impulsion durch Vermehrung der Plattenpaare ins Ungemessene wachsen kann, während die Leitungskraft dieselbe unveränderte Grösse bleibt. — Säulen von 400 Plattenpaaren haben sich diesem Gesetze gemäss in Rücksicht auf ihre grosse electrische Tension bewiesen.

XII. Die Abänderung der Wirkungen der Voltaischen Säule dem Grade nach, (Verstärkung oder Schwächung,) bei einerlei Zahl von Plattenpaaren, (gleichsam bei einerlei Electricität - erregendem Kör-

per,) durch *Abänderung der feuchten Zwischenleiter*, oder Abänderung der *Oberflächen*, in welchen diese feuchten Zwischenleiter die Metallplatten berühren, (Abänderung der Gröſse der Metallplatten,) hängt nicht von einer Abänderung der electrischen Spannung oder der electrischen Polarität der Voltaischen Säule, sondern *von einer Abänderung des electrischen Stroms in Rücksicht auf Geschwindigkeit*, (Beschleunigung oder Retardation,) *ab*. Voltaische Zink-Silber-Säulen von gleicher Anzahl von Plattenpaaren zeigen gleiche electrische Polarität, man mag bloſses *Wasser*, oder *Kochsalzauflösung*, oder *Salmiakauflösung*, oder *Potaschenauflösung* zur Befeuchtung der Zwischenleiter anwenden. Eben so zeigen Voltaische Säulen von groſsen oder kleinen Metallplatten, bei gleicher Anzahl und Natur der Plattenpaare, gleiche electrische Polarität. Die Differenz ihrer Wirkungen hängt also höchst wahrscheinlich von der verschiednen Leitungskraft der feuchten Zwischenleiter für den electrischen Strom ab, die sich theils nach der Natur des flüssigen Körpers, theils nach der Gröſse der Oberfläche richtet. Eben darum wird die Wirkung durch Salmiakauflösung und durch groſse Oberflächen, (wenigstens in einer Hinsicht,) so sehr verstärkt.

XIII. *Concentrirte Säuren*, *Schwefelalkali* und einige andere Körper sind in der Berührung mit den Metallen fast eben so wirksam, wie die Metalle unter sich selbst. Daher *vermindern* sie die electrische Tension und alle Wirkungen, die vom electrischen

Strome abhängen, aufserordentlich, wenn fie als feuchte Zwifchenleiter angewandt werden. Dagegen kann man aus ihnen wirkfame Voltaifche Säulen errichten, wenn man fie als *Electricität-erregenden Körper* felbft mit einem oder dem andern Metalle combinirt, und die gewöhnlichen mehr indifferenten Zwifchenleiter anwendet. Doch verlieren folche Säulen früher ihre Wirkfamkeit, weil das Waffer des feuchten Zwifchenleiters fich mit der Säure, dem Schwefelalkali u. f. w. fehr bald verbindet, und ihre Electricität-erregende Kraft dadurch fchwächt.

XIV. Was die *Pole* einer Voltaifchen Säule betrifft, fo müffen fie immer nach der relativen Lage der Metalle in dem eigentlichen Elemente der Voltaifchen Säule, dem Metall-Plattenpaare, beftimmt werden, fo dafs der pofitive Pol fich immer nach der Richtung hin befindet, nach welcher das pofitive Metall liegt, und nach welcher hin der electrifche Andrang ftatt findet, fo wie der negative Pol nach der entgegengefetzten Richtung.

Dies, verehrungswürdigfter Freund, find die Grundzüge einer electrifchen Theorie der Erfcheinungen der Voltaifchen Säule. Vieles, was nur kurz angedeutet ift, bedarf noch einer weitern Ausführung; fie foll an einem andern Orte gegeben werden. Ueber No. I und II habe ich einen fehr intereffanten handfchriftlichen Auffatz von Volta,

den ich Ihnen, sobald ich nur Muſse habe, im Auszuge mittheilen werde. Eine ausführliche Darſtellung der ganzen Theorie, von der Meiſterhand des groſsen Erfinders ſelbſt, mit allen Beweiſen und Belegen, müſste auſserordentlich intereſſant ſeyn. Indeſſen habe ich nicht länger ſäumen wollen, wenigſtens dieſen kurzen Auszug vorläufig der Prüfung ſachkundiger Naturforſcher vorzulegen. Da Volta's Erklärung natürlich in dieſer aphoriſtiſchen Darſtellung meine eigne wurde, und ich folglich auch nach meiner Weiſe und Individualität die Worte zum Ausdrucke, die Beiſpiele zur Erklärung wählte, ſo mögen vielleicht manche Einwürfe dagegen, nicht ſowohl Volta's Theorie, als meine Darſtellung treffen. Indeſſen kann ich wenigſtens das verbürgen, daſs ich in den Hauptpunkten als ein getreuer Dollmetſcher betrachtet werden darf. So viel Treffliches, eindringend und genau Beobachtetes, und tief Gedachtes auch Ritter in ſeinen Briefen an Sie über die electriſche Polarität der Voltaiſchen Säule geſagt hat, ſo finde ich doch nirgends Volta's Anſicht ſelbſt; die Fundamentalverſuche für eine ſolche Erklärung, die Ladung groſser Batterien betreffend, gehören dem groſsen Phyſiker von Como eigenthümlich, und *nur ſie konnten auf eine ſolche Erklärung leiten*, ſo wie hinwiederum die erſte Ahndung einer ſolchen Erklärung dieſe Verſuche veranlaſſen muſste.

Wenn ich in meiner vorläufigen Ankündigung äuſserte, daſs die electriſche Theorie der Voltai-

schen Säule eben so vollendet sey, als die Theorie irgend einer Klasse von electrischen Erscheinungen überhaupt, so meinte ich den schwierigen Punkt der Electricitätserregung selbst. Die Art, wie die Störung des electrischen Gleichgewichts bei der wechselseitigen Berührung zweier Metalle auf einander erfolgt, ist allerdings ein Geheimniss. Ist es aber nicht eben so wohl die Art der Electricitätserregung beim Reiben des Glases durch einen Leiter? Jenes erste Geheimniss als blosse Thatsache der Erfahrung zum Grunde gelegt, (und als Thatsache der Erfahrung ist es eben so fest begründet, als die Electricitätserregung beim Reiben des Glases,) folgt alles Uebrige von selbst, und stimmt vollkommen mit den bekannten Gesetzen der Electricität überein. Dieses Geheimniss zu enträthseln, darauf müssen allerdings nun unsre Bemühungen gerichtet seyn. Aber, werden wir es je ganz enträthseln? Werden wir nicht auf unserm Wege, wenn wir dieses Geheimniss enträthselt haben, auf ein neues anfangs entfernteres, nun aber nur näher gekommnes, stossen? Werden wir die Kette je bis zum letzten Gliede, mit welchem sie an Jupiters Throne festhängt, verfolgen können?

Zusatz des Herausgebers.

Es sey mir erlaubt, zu IV ein paar Conjecturen nachzutragen, über die Vertheilungsart der Electricität in Säulen aus mehr als zwei Schichtungen, je nachdem sie mit der Erde an einem Pole in leitende Verbindung gesetzt, oder isolirt, oder völlig geschlossen sind, da mir dieses ein Hauptpunkt in der Theorie zu seyn scheint, der zwar aus IV folgt, aber doch besonders herausgehoben zu werden verdient. Irre ich mich dabei, so mag dieses wenigstens Gelegenheit zu Berichtigungen geben.

Es werde die Intensität, (Tension, Spannung,) der Electricität, welche, wenn zwei isolirte Platten Zink, (Z,) und Silber, (S,) sich berühren, in jeder dieser Platten entsteht, 1 gesetzt: so ist das Schema der Electricität bei völliger Isolirung beider Z + 1, S — 1; dagegen, wenn an der Zinkplatte eine Ableitung angebracht ist Z o, S — 2, und befindet sich die Ableitung an der Silberplatte Z + 2, S o. Dieses beweisen Volta's Versuche mit Scheiben 3 Zoll im Durchmesser, welche er in Gren's *neuem Journal der Physik*, B. 4, S. 474, beschreibt.

Man denke sich nun eine Voltaische Säule aus 3 Schichtungen, die den Zinkpol unten, den Silberpol oben habe. Steht der *Zinkpol* mit der Erde in leitender Verbindung, so ist das Schema ihrer Electricität wie in A, wofern man annimmt, dass die feuchten Leiter gar nicht als Erreger, sondern lediglich als Fortleiter der durch die Metalle in ihrer gegenseitigen Berührung erregten Electricität wirken. In je zwei sich berührenden Zink- und Silberplatten ist der Unterschied der Tension 2, welches auch der absolute electrische Zustand beider Platten sey; daher vervielfältigt sich die Wirkung der Plattenpaare, und wächst

mit dieſen nach arithmetiſcher Ordnung, (VI.) Wird die Ableitung allein an den *Silberpol* angebracht, ſo iſt das Schema der Electricität wie in B. — Befinden ſich an keinem der *beiden Pole* Ableitungen, ſo muſs der electriſche Zuſtand das Mittel zwiſchen den beiden vorigen halten, wo in A der Silberpol, in B der Zinkpol ohne Ableitung war, und daher das Schema der Electricität *völlig iſolirter* Säulen das unter C ſeyn. Sie haben ihren Nullpunkt in der Mitte, und ihre Endplatten zeigen nur eine halb ſo groſse Tenſion als in Säulen, an denen am entgegengeſetzten Pole eine Ableitung angebracht iſt, wie das durch Ritter's Verſuche, *Annalen*, VIII, 446 f., auf vielfache Art bewährt iſt. Der Unterſchied der Tenſion zweier ſich berührender Metallplatten iſt auch in ihnen 2, wie es in jedem Falle ſeyn muſs, wo die Sollicitationen derſelben gleichnamig, (d. i., nach einerlei Richtung und nicht einander entgegen,) wirken, und worin ein Ruheſtand in dem electriſchen Fluidum ſtatt findet. Damit ſtimmt auch Ritter's Schema der wahren Electricitäts-Gegenwart in der galvaniſchen Batterie, *Annalen*, VIII, 455, überein, in ſo fern es wie das folgende unter D gedacht wird.

		A	B	C	D	E
	S	−6	0	−3	−3+0	0
	Z	−4	+2	−1	−2+1	0
f. L						
	S	−4	+2	−1	−2+1	0
	Z	−2	+4	+1	−1+2	0
f. L						
	S	−2	+4	+1	−1+2	0
	Z	0	+6	+3	0+3	0

Ziemlich daſſelbe, wie in dieſem Falle völliger Iſolirung, muſs ſtatt finden, wenn an *beiden Polen Ableiter* angebracht ſind; nur mit dem Unterſchiede, daſs dann alle Tenſionen, wegen der beſtändigen Ab-

leitung, wobei kein Ruhestand eintritt, dem Grade dieser Ableitung entsprechend, etwas geschwächt seyn werden. Ist die Ableitung so stark, dass sie die Pole beide auf o bringt und darin erhält, so müssen auch alle übrigen Plattenpaare, wegen der entgegengesetzten, von beiden Polen her nach A und B bezweckten Tensionen, eine Tension o erhalten. Doch scheint nur eine *vollkommne Schliessung* der Säule, eine so vollständige Ab- und Zuleitung bewirken zu können, (vergl. Ritter's Versuche, *Annalen*, VIII, 450 und 456,) und das Schema E, wesentlich das Vorhandenseyn eines beständigen Strömens von grosser Geschwindigkeit von der — nach der + Seite durch die Säule zu erfordern, wobei zwar die entstehenden Tensionsunterschiede in jedem Plattenpaare da seyn können, deshalb aber doch die Tensionen der Plattenpaare selbst nicht über o hinauszusteigen brauchen.

Geht im *feuchten Leiter* in keinem Falle eine ähnliche Vertheilung der Electricität vor, wie sie Erman in einer angefeuchteten hänfnen Schnur, im Wasser des Gasapparats u. s. w., (*Annalen*, VIII, 207; X, 4 f.,) bemerkt hat?

V.

FORTGESETZTE BEOBACHTUNGEN
von Sternschnuppen,
aus
einem Schreiben des Hrn. Dr. BENZENBERG.

Hamburg den 14ten Januar 1802.

Der vorige Herbst, der sich allen astronomischen Beobachtungen so ungünstig zeigte, war es nicht minder für die Beobachtung der Sternschnuppen. Die Witterung war fast anhaltend trübe, und wenn es sich auch aufhellte, so geschah es entweder nur an einer Seite des Himmels, oder so, daſs man offenbar sah, die Helligkeit erstrecke sich nur über einen kleinen Erdstrich, und nicht über einen Raum von 30 bis 50 Meilen. Von den Beobachtungen der Sternschnuppen läſst sich, der Natur der Sache nach, nur dann etwas erwarten, wenn man sicher seyn kann, daſs es über ganz Deutschland hell ist; und dieses läſst sich nur dann annehmen, wenn das Wetter mehrere Tage nach einander heiter ist, und man des Abends nach allen Seiten die Sterne bis nahe an den Horizont sehen kann.

Nach dieser Einleitung werden Sie glauben, daſs wir gar keine correspondirenden Beobachtungen erhalten haben. Wir haben ein paar erhascht, aber freilich keine hundert. Die Resultate der Berechnung dieser beiden correspondirenden Beobachtun-

gen setze ich mit der fortlaufenden Nummer unsrer Göttinger Beobachtungen, (*Annalen*, VI, 227,) hierher.

No. XXIII. Am 15ten September. Eine Sternschnuppe 5ter Gröſse. Anfang und Ende in die Karten gezeichnet.

Entfernung des Anfangspunkts von der Erde 7,7 geogr. Meilen.

Entfernung des Endpunkts 8,2 geogr. M.

Länge der durchlaufnen Bahn $1\frac{1}{2}$ geogr. M.

Des Orts, wo sie im Zenith verschwand, Länge 28°, 3', Breite 53° 22'.

Beobachter Brandes in Eckwarden und Benzenberg in Ham bei Hamburg. — Länge der Standlinie 14 Meilen.

Sichtbar über 240 Meilen über dem Horizonte.

No. XXIV. Am 3ten October. Beobachter und Beobachtungsorte die nämlichen. Eine Sternschnuppe 4ter Gröſse. — Der Endpunkt gezeichnet in die Karten.

Höhe des Endpunkts über der Erde 7,1 geogr. M.

Des Orts, wo sie im Zenith verschwand, Länge 27° 7', Breite 53° 5'.

Sichtbar über 210 Meilen über dem Horizonte.

Sie sehen, daſs, ungeachtet des ungünstigen Himmels, unsre Kenntniſs der Sternschnuppen doch vorigen Herbst um ein beträchtliches weiter gekommen ist: denn diese Beobachtungen beweisen, 1. daſs man bei gröſsern Standlinien eben so gut correspondirende Beobachtungen erhält, wie bei kleinern; — 2. daſs man selbst Sternschnuppen der 4ten und 5ten Gröſse mit Erfolg auf Standlinien von 14 Meilen beobachten kann; — und 3. bestätigen sie die Be-

obachtungen, welche wir in Göttingen auf kleinen Standlinien von 1 bis 2 Meilen angestellt haben, indem unsre jetzigen Bestimmungen zuverlässiger und genauer sind, da unsre Standlinie doppelt so groſs war, wie die Entfernung der Sternschnuppe von der Erde.

Wir haben an Dr. Pottgieſser in Elberfeld einen sehr fleiſsigen Mitbeobachter gehabt. Bei der Gröſse der Standlinie zwischen Elberfeld und Hamburg, (40 geogr. Meilen,) war bei dem ungünstigen Himmel auf keine Correspondenz zu rechnen. Doch hat Dr. Pottgieſser eine Sternschnuppe am 2ten Oct. nahe am Zenith beobachtet, von der es wahrscheinlich ist, daſs sie die nämliche war, die ich als eine erster Gröſse am Horizonte sah. (*Annal.*, IX, 370.) Sobald ihre Identität entschieden ist, werde ich es Ihnen melden. Ich habe die Entfernung dieser Sternschnuppen von der Erde vorläufig auf ungefähr 25 Meilen geschätzt.

Die Anzahl der Sternschnuppen war auch in diesem Herbste 7 bis 8 in der Stunde.

* *
*

Im Frühjahre haben wir hier beständig Ostwinde, die uns gewöhnlich anhaltend heiteres Wetter bringen. Die Zeit wird für Sternschnuppen-Beobachtungen günstig seyn. Voriges Frühjahr waren einige Abende, an welchen der Himmel völlig schwarz war, und an welchen in jeder Viertelstunde 3 oder 4 der schönsten Sternschnuppen 1ster Gröſse erschienen.

Wir werden dieses Frühjahr diese Beobachtungen an folgenden Abenden fortsetzen:

Vom 23sten März bis 8ten April von 8 bis 10 Uhr.

Vom 22sten April bis zum 9. Mai von 9 bis 11 Uhr.

Da diese Beobachtungen in einer milden heitern Nacht, in der die Sternschnuppen häufig erscheinen, nichts weniger als ermüdend und unangenehm sind; so haben sich einige der Beobachter entschlossen, an den Abenden, an denen das Wetter vorzüglich günstig ist, die *ganze Nacht* zu beobachten. Die gemeinschaftlichen Beobachtungslinien schneiden sich im Zenith von Bremen.

Ich wünschte, dass die Beobachter die kleinen Sternkarten von Bode gebrauchten. In die schwarzen Sternkarten des Weimarschen Industrie-Comptoirs lässt sich nicht zeichnen; auch finden sich in diesen die Sterne nicht so leicht wie in jenen. — Dann wünsche ich auch, dass sie ihre Zeitbestimmung nach einer Pendeluhr machten, bei der der Fehler der Zeit nicht über 1 Minute ginge. Ist der Fehler grösser, so muss man bei der Rechnung zu viele zusammenprobiren, und man sieht erst am Ende der Rechnung, dass sie nicht zusammengehören. Zu diesen physikalischen Zeitbestimmungen sind die hölzernen Sextanten und die Stuben-Sonnenuhren des Predigers Müller sehr brauchbar. Sie kosten nur 1 Rthlr.

VI.

Auszug aus einem Schreiben des Herren Bergraths Hacquet *an Herrn Bergcommissär* Westrumb in Hameln.

Lemberg den 1sten Juli 1801.

Zu Ende Mai und Anfang Juni vorigen Jahrs sind wir in diesem Lande mit sehr vielen *Feuersbrünsten* heimgesucht worden, die bei der geringsten Veranlassung entstanden, und deren eine auch in einer unsrer Vorstädte 95 Häuser und 2 gemauerte Kirchen einäscherte. Alle angewandte Hülfe konnte dem Feuer nicht steuern, bis es isolirt und so begränzt wurde. Nach dem vorigen sehr heftigen Winter trat die Wärme, wie in Norden gewöhnlich ist, sehr spät, aber desto heftiger, ein. Die letzten Tage des Mai und die ersten des Juni waren sehr heiss, und alle Pflanzen dufteten stark aus; in den Carpathen schmolz der Schnee stark zusammen, welches uns viele kalte Nächte verursachte; die Wasser waren, (wie ich sie aller Orten in den Alpen beobachtet habe, sie hier aber sonst das ganze Jahr hindurch nicht sind,) alle etwas weiss, oder, wie der Alper sagt, milchicht; und auch hier taugten diese Wasser zum Bleichen der Leinwand besser als sonst, so wie in einigen Ländern die März-, (hier die April-

waſſer,) mancher Jahre aus eben dem Grunde, z. B. zur Tinte, die dann keinen Schimmel erhält und vor Fäulung bewahrt bleibt, u. dergl. m., nutzbarer ſind. Seit mehr als 30 Jahren habe ich ſtets über dieſes Phänomen nachgedacht, ob es nicht durch eine eigne, dem Waſſer um dieſe Zeit beigemiſchte Säure, z. B. durch die Luftſäure, veranlaſst werde. Als ich aber verſuchen lieſs, mit Sauerbrunnen oder luftgeſäuertem Waſſer ohne Eiſen, die Leinwand auf der Bleiche zu begieſsen, zeigte ſich nicht der geringſte Unterſchied zwiſchen dieſem und gewöhnlichem Waſſer. — Da ſich dieſes aber mit dem Schneewaſſer im Frühjahre ganz anders verhielt, ſo weiſs ich nicht, ob ich die Urſach, daſs es die Leinwand ſchneller reinigt und weiſs macht, in einer Säure, oder in der darin enthaltnen Kälte ſuchen ſoll.

Als ich zu Anfang Mai 1800, wie alljährlich, die *Luft-Prüfungslehre* vornahm, kam ich auf die Idee, daſs bei hohen Gebirgen, wo im Frühlinge der Schnee ſchmilzt, und dann das ganze Pflanzenreich in den kältern Regionen in einem Monate einen eben ſolchen Grad von Entwickelung, als kaum in mildern Gegenden in noch einmahl ſo langer Zeit erhält, die Atmoſphäre, bei dieſem heftigen und ſchnellen Wachsthume des Pflanzenreichs, mehr mit Sauerſtoffgas, als in den übrigen Jahreszeiten, bei gleich ſchönem Wetter, angefüllt ſeyn müſſe; und dieſes ſcheinen die Verſuche zu

bestätigen. Ich bediene mich zur Prüfung der Luft stets der Methode meines verewigten Freundes und Lehrers Ingenhoufs. Zu Anfang Mai 1800 war bei uns der Barometerstand 27″ 7‴. Die Winde kamen aus Südost, und die Prüfungen gaben durch das Salpetergas-Eudiometer 1,03: das ist, 1 Maafs Salpetergas von 100 Abtheilungen und eben so viel gemeine Luft, (zusammen also 200 Abth.,) hatten 97 Unterabtheilungen verloren. Ob nun gleich täglich 3mahl Luftprüfungen vorgenommen wurden, so änderte sich doch diese Luftgüte von 1,03 nicht, bis zum 15ten Mai. Die Winde waren unbeständig, das Barometer sank den 17ten bis auf 27″ 5‴. Das Thermometer hatte im Schatten nur 15°, und darauf war die Luftgüte 1,04. Den 20sten war sie schon 1,01, den 25sten aber 0,96. Die Winde kamen aus Südost. Das Barometer stieg auf 27″ 10‴; (zwar giebt der Nonius meines Barometers noch Zehntel von Linien an, dieses hielt ich indefs der Achtung wenig werth, so wie auch die geringe Veränderung des Wärmemessers.) Den 28sten Mai und folgende Tage veränderte sich das Barometer wenig, aber das Thermometer stieg bis 18 und 19°. Die Luftgüte nahm stets zu, so dafs sie den 5ten und den 6ten Juni, (den Tag der erwähnten Feuersbrunst in Lemberg,) 0,905 war. Da ich meine Versuche in meiner Behausung 100 Lachter vom Brande gemacht hatte, so fand ich noch den nämlichen Abend der Brunst die Luft nur um 6 Grade schlechter,

ter, (0,965.) Ich liefs mir den andern Tag mit aller Vorficht Luft vom Ende einer andern, eine halbe Stunde von der noch zum Theil fortdauernden Feuersbrunft entfernten Vorftadt hohlen, fand fie aber faft wie Luft den Tag zuvor, nur um 1° minder gut, das ift, zu 0,915. *)

Diefes erregte meine Aufmerkfamkeit, und veranlafste mich, voraus zu fagen, es würde noch mehr dergleichen Unheil entftehn. Wirklich erfolgten

*) Nach Hrn. von Humboldt's Verfuchen, Annahmen und Berechnungen würde, wenn 100 Theile Salpetergas und 100 Theile atmofphärifche Luft fich fo weit abforbiren, dafs nur ein Rückftand von 103 Theilen bleibt, (da dann nach der Beftimmungsart, deren Herr Hacquet fich bedient, die Luftgüte 1,03 betrüge,) der wahre Sauerftoffgehalt der atmofphärifchen Luft 0,273 feyn. Und fo ftimmten überhaupt zufammen,

Luftgüte von	Sauerftoffgehalt.
1,03	0,273
1,04	0,27
1,01	0,278
0,96	0,293
0,905	0,3085
0,965	0,292
0,915	0,3055

(vergl. *Annalen*, III, 89.) Zwar gilt gegen die Hacquetfchen Beobachtungen Alles, was man mit Recht gegen die Humboldtfchen eingewandt hat. Wenn fie aber ftets mit Sorgfalt und auf einerlei Art angeftellt find, fo möchten fie für den Unterfchied in der Luftgüte allerdings beweifend feyn, follte auch ihr abfoluter Werth zu grofs feyn. Wenigftens ginge von allen 0,02 für den Feuchtigkeitsgehalt der Luft ab; und

auch noch Feuersbrünste an verschiednen Orten der Stadt, in eben der und der folgenden Woche, so wie im nämlichen Monate an verschiednen Orten von Ost- und Westgalizien, ohne dass man sagen konnte, das Feuer sey aus Nachlässigkeit oder vorsätzlicher Bosheit entstanden. Letzteres war zwar der gemeine Wahn; aber bald entstand ein Brand in den Rauchkanälen bei kleinem Feuer, bald eine Entzündung bei Destillationen des Branntweins, und dergl., was die Menschen in die gröſste Verwunderung stürzte, so dass man gar Geister in Verdacht hatte. Ein unwissendes Volk aus seinem Irrthume zu bringen, dazu war ich lange nicht vermögend, da Naturkenntnisse in Sarmatien noch wenig oder keinen Eingang gefunden haben, und die gröſsere Menge jeden verhöhnt, der mit Kenntnissen und Rath an die Hand gehen will, um Verwüstungen vorzubeugen.

Seit dem Jahre 1744, wo ich in dem groſsen Brande von Laybach in Krain mit inbegriffen war, und wo dort in einem Monate, (von der Mitte Juni

so wären die Gränzen der Beobachtung 0,25 und 0,288, welches, (ist Herren Hacquet's Vermuthung gegründet,) ganz wohl mit den Parrotschen Beobachtungen, (oben S. 212,) zusammenstimmen würde. Möchte es doch Hrn. Hacquet gefallen, diese Beobachtungen mit einem Parrotschen Phosphor-Eudiometer zu wiederhohlen. *d. H.*

bis in die Mitte Juli,) über 400 Steinhäuser mit Ziegeln gedeckt, abbrannten, war ich stets aufmerksam, wie das doch zuging, dass so viel Feuersbrünste in Städten und Dörfern um diese Jahreszeit sich ereigneten. Vor 7 Jahren, als ich nochmahls den gebirgigen Landesstrich von Ungarn bereiste, sah ich Ende, Mai und Anfang Juni ohnweit Käsmark, vor dem höchsten Carpathen, 6 grosse Dörfer durch das Feuer von Grund aus zerstört. So erfuhr ich das nämliche in eben den erwähnten Monaten in den Jahren 1764 und 65 in Siebenbürgen, ohne dass man von allen diesen Bränden die geringste Ursach angeben konnte, als, es sey das Feuer mit Vorsatz bewirkt worden, so wie man es noch bei allen Selbstentzündungen that, und wie ich ein merkwürdiges Beispiel davon in Crell's *Annalen* vom Jahre 1789 mitgetheilt habe, wo in Ostgallizien in dem Städtchen Kolläzgie eine solche Feuersbrunst entstand; und man eben der Meinung war, das Feuer sey angelegt worden, bis ich dem Eigenthümer das Gegentheil bewies. Ausser den hier genannten Feuersbrünsten könnte ich noch viel andere, weniger beträchtliche, aufzeichnen, die hier im Lande alle Jahr um diese Zeit entstehn, wenn der Raum eines Briefs es zuliesse.

Indessen ist dieses schon genug, zu schliessen, dass zu gewissen Zeiten brennbare Körper mit geringerer Verursachung in Brand gerathen, als sonst, und dass

diese Ursache bloss in der Atmosphäre zu suchen sey. Wenn dieses einmahl genugsam erwiesen seyn wird, wird man vier Arten von Feuersbrünsten und deren Verursachung unterscheiden müssen: 1. Solche, die durch Menschen und Thiere mit hinlänglich brennenden Körpern zu allen Zeiten; 2. nur mit schwach brennenden Körpern und nur zu gewissen Zeiten, wo der Dunstkreis Anlage dazu hat, verursacht werden können; 3. Feuersbrünste durch Selbstentzündungen oder durch Gährungen, folglich ohne alle thierische Hülfe erzeugt, und 4. Feuersbrünste durch Wetterschläge.

Es ist aus der Physiologie der Pflanzen bekannt, dass bei Tage aus den Blättern, (nicht auch aus den Blüthen,) eine Menge Sauerstoffgas ausgehaucht, und die Atmosphäre damit verbessert wird, und dass, je geschwinder der Wachsthum der Vegetabilien vor sich geht, diese organischen Körper die Luft und das Wasser desto stärker zersetzen, von der Luft den Kohlenstoff, auch vielleicht etwas Stickstoff, so wie vom Wasser das Hydrogen zu ihrem Wachsthume und ihrer Nahrung bei sich behalten, das Oxygen aber mit Hülfe des Tageslichts und der Sonne in die Atmosphäre fahren lassen. Dabei ist aber doch die Luft im Winter reiner als sonst, und enthält mehr Lebensluft, wovon die Ursach vielleicht darin liegt, dass die Atmosphäre zu dieser Zeit mit weniger Stickluft angefüllt werden kann,

da die Fäulung der organischen Körper in der Kälte wenig oder gar nicht von statten geht. Sollte vielleicht, da Schneewasser im Frühjahre eine so vorzügliche Wirkung beim Bleichen, Färben, Brauen u. s. w. hervorbringt, der Schnee eine anziehende Kraft gegen die Lebensluft besitzen, so dass Schnee wie ein oxydirtes oder übersäuertes Wasser anzusehen wäre, und ist diese Uebersäuerung etwa auch hier an der weissen Farbe schuld? *) Doch dem sey

*) Unter der Voraussetzung, dass Fische, indem sie im Wasser athmen, das dem Wasser beigemischte Sauerstoffgas daraus abscheiden, und in Wasser, welches alles beigemischten Sauerstoffgas beraubt ist, sogleich sterben, hält sich Carradori berechtigt, aus seinen Versuchen mit Fischen in Schneewasser zu schliessen, *dass das Schneewasser kein Sauerstoffgas gebunden enthalte*, und aus der atmosphärischen Luft selbst später als anderes Wasser, Sauerstoffgas absorbire. Dagegen hatte Hassenfratz früher daraus, dass Schnee bei seinem Zergehn Lackmustinctur stärker röthete, und aus einer sehr reinen Eisenauflösung mehr Eisenoxyd niederschlug, als eben so viel destillirtes Wasser, geschlossen, *Schnee sey ein mit Sauerstoff gesättigtes Wasser*; ein Schluss, den Carradori für nicht gültig hält. Da man über die Art, wie Sauerstoff mit Wasser sich verbinden kann, noch allzuwenig Versuche hat; so scheint die Frage: ob Schnee oxygenirtes Wasser ist, oder nicht, in der That noch unentschieden zu seyn. *d. H.*

wie ihm wolle, so scheint mir so viel gewiss, dass auch im Winter, wenn die Luftgüte bis auf 0,96, oder selbst bis auf 0,90 und weiter steigt, leicht Entzündungen, aber nur in den Rauchkanälen, wie ich vor 2 Jahren beobachtet habe, entstehn, indem nur an solchen Orten der Wärmestoff oberflächlich oder zum Theil frei ist, indess er in den übrigen brennbaren Körpern gebunden bleibt. Ich fand einmahl im Winter 1789 die Luftgüte 0,875.

VII.

ANZEIGE.

Obgleich Buchhändleranzeigen nicht für diese Annalen gehören, so glauben wir doch bei einem klassischen Werke wie folgendes, das in der Hand, nicht bloss des Astronomen, sondern auch des Physikers zu seyn verdient, eine Ausnahme machen zu müssen.

Herr Oberamtmann Dr. Schröter wird den längst gewünschten 2ten Theil seiner *selenotopographischen Fragmente zur genauern Kenntniss der Mondfläche, ihrer erlittnen Veränderungen und Atmosphäre*, mit 32 saubern Kupfertafeln von Tischbein, und einem vollständigen Register über beide ungefähr gleich starke Theile, in der bevorstehenden Leipziger Jubilate-Messe, in Commission der *Harjes'schen Kupferdruckerei* zu Lilienthal herausgeben. — So sehr auch der erste Theil die Wissbegierde der Astronomen, Naturforscher und Liebhaber schon befriedigt hat, so wird ihn doch gewiss dieser 2te Theil beträchtlich hinter sich lassen, da er die Früchte viel weiter dringender, 10jähriger, mehrentheils mit den grösten Instrumenten bewerkstelligter Forschungen liefert. Die Beobachtungen zufälliger veränderlicher Erscheinungen eines und eben desselben Flächentheils, die in der verschiednen Modification der Mondatmosphäre, und wahrscheinlich

auch in selenitischen Gewerben und Cultur der Fläche ihren Grund haben, die man hier findet, sind kaum zu zählen, und erst jetzt vermag der Naturforscher die Landschaften des Mondes, als Länder einer benachbarten Welt, in seinem Cabinette, mit gründlich-physischem Ueberblicke zu bereisen. Der Pränumerations- und Subscriptionspreis dieses, mit grosen Kosten verbundenen, wichtigen Werks ist 1½ Pistolen, und die Subscription dauert bis Ostern 1802. Die Pränumeranten und Subscribenten erhalten die besten Kupferabdrücke und den Text auf Schreibepapier. Der nachherige Ladenpreis ist 2½ Pistolen. Denjenigen, welche das Geschäft des Sammelns übernehmen, so wie allen angesehenen Buchhandlungen, welche subscribiren oder in der Folge Exemplare verschreiben, werden 10 pro Cent vergütet. Briefe und Gelder werden an die Harjessche Kupferdruckerei, oder an den bei der Lilienthaler Sternwarte angesetzten Mitbeobachter, Hrn. **Harding**, übersandt, welcher die Direction der Versendung übernommen hat. Die Hrn. Subscribenten des ersten Theils, welche nun auch den zweiten zu erhalten wünschen, werden besonders ersucht, ihre Namen *zeitig* einzusenden, damit sich dieser zweite Theil nicht zu früh für sie vergreife; so wie auch Astronomen, Naturforscher und Naturliebhaber angelegentlichst gebeten werden, die Verbreitung dieses Avertissements zum Besten der Wissenschaft thätigst zu befördern, und ihres Orts Subscription anzunehmen.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, DRITTES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

eines neuen Dampfmessers und damit angestellter Versuche über die Expansivkraft des Wasserdampfs in höhern Temperaturen,

von

L. Biker und H. W. Rouppe

zu Rotterdam. *)

Seitdem man die Expansivkraft des Wasserdampfs in den Dampfmaschinen als ein mächtiges mechani-

*) Ausgezogen aus den *Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wysbegeerte te Rotterdam. Deel* 1. *Amsterd.* 1800, q. 564 S. mit 12 Kupfertafeln. Dieser ganze Band handelt von den Dampfmaschinen, und enthält 1. eine Geschichte der Dampfmaschinen in Holland, nämlich der alten und neuen Rotterdammer und der Mydrechter Maschine; 2. drei Preisschriften über die Verbesserung der alten Rotterdammer Dampfmaschine; 3. Berichte über sie von Stenstra,

fches Wirkungsmittel kennt, ift es für die Mafchinenlehre wichtig, das Gefetz zu wiffen, wonach diefe Expanfivkraft mit der Hitze des Dampfes anwächft. Der Erfte, der diefes durch Verfuche auszumitteln fuchte, war Ziegler, ein Schweizer, der feinen Apparat, um die Ausdehnungen verfchiedner Flüffigkeiten und ihres Dampfs durch Wärme zu meffen, in einem 1769 zu Bafel gedruckten Werkchen befchrieb und abbildete.*) Er bediente fich des Papinianifchen Topfs, den er fammt den

Blaffiere u.f.w., van Swinden und Damen; 4. eine Reihe phyfikalifcher Vorlefungen Biker's über die Natur des Dampfs und über die Dampfmafchinen; und 5. gegenwärtigen nicht unwichtigen Auffatz, der die intereffanten Verfuche des Herrn Profeffors Schmidt in feiner Abhandlung über die Expanfivkraft, Dichte und latente Hitze des reinen Wafferdampfs bei verfchiednen Temperaturen, (in Gren's *neuem Journal der Phyfik*, B. IV, St. 3,) aufs befte beftätigt. Die Reihe der *Verhandelingen* der Rotterdammer Gefellfchaft fchlofs fich mit dem zwölften Bande. *d. H.*

*) *Specimen phyfico-chemicum de Digeftore Papini, eius ftructura, effectu et ufu, primitias experimentorum novorum circa fluidorum a calore rarefactionem et vaporum elafticitatem exhibens, quod, Gradum ad Doct. in Med. fibi paraturus, publ. erud. exam. fubmifit* I.H. Ziegler, *Vitoduranus. Bafileae* 1769. 68 S. 2 Kupfertafeln. q. Siehe auch Prony's *Architecture Hydraulique*, Tome 2, p. 6, und Pl. 18, Fig. 211 und 210. *d. H.*

Deckeln mit ſtarken, zuſammengeſchrobnen, eiſernen Bändern umlegt hatte, damit die erhitzten Waſſerdämpfe ihn nicht zerſprengten. Die Deckplatte, (Taf. IV, Fig. 1,) hatte drei Oeffnungen. Die erſte, *A*, diente, um Waſſer in den Topf zu gieſsen, und wurde mit einer Schluſsſchraube feſt verſchloſſen. Die zweite, *B*, in der Mitte des Deckels, enthielt eine kupferne Röhre, die bis in das Waſſer des Topfs hinabreichte, und worein Waſſer, Oehl, Queckſilber oder eine andere Flüſſigkeit gegoſſen, und dann das Thermometer geſetzt wurde, mittelſt deſſen man die Hitze des Dampfs maaſs. In der dritten Oeffnung, *C*, befand ſich Ziegler's Electrometer; eine gläſerne cylindriſche Flaſche, *D*, in die er gewöhnlich Queckſilber goſs, und in die eine eiſerne Röhre, *E*, bis nahe an den Boden hinab hing, an welche ſich oben eine Glasröhre *F* dampfdicht anſchloſs. Durch eine Seitenöffnung im obern Theile der Flaſche trat der Dampf aus dem Papinianiſchen Topfe frei über die Queckſilberfläche, und trieb, ſo wie die Expanſivkraft deſſelben zunahm, das Queckſilber in die Glasröhre höher hinauf. Dieſe Vorrichtung nennt Ziegler ſein *phyſikaliſches Elaterometer*, und bediente ſich ihrer bei niedrigern Graden der Expanſivkraft des Dampfes. Bei höhern verſah er die Oeffnung *C* der Flaſche, ſtatt mit einer eiſernen Röhre, mit einer genau darauf paſſenden Deckplatte, auf der er, vermöge einer Schnellwage, einen gegebnen Druck anbrachte. (Fig. 2.) So wie die Expanſivkraft des Dampfes über dieſen

Druck hinaus ſtieg, ſchnellte die Wage in die Höhe. Dieſe Vorrichtung nennt er ſein *mechaniſches Elaterometer.* *)

Es fällt leicht in die Augen, daſs beide Elaterometer zu genauen Verſuchen über die Zunahme der Expanſivkraft mit der Wärme des Dampfes, nicht geſchickt waren. Denn erſtens hatte der Dampf keinen unmittelbaren Zutritt zur Thermometerkugel; die Hitze deſſelben muſste zuvor durch die kupferne Büchſe und eine andere Flüſſigkeit hindurchgehn, zeigte ſich daher am Thermometer immer zu geringe, und die Ausdehnung des Dampfs bei zunehmender Wärme lieſs ſich deshalb auf dieſe Art nicht genau meſſen. Zweitens enthielt der Papinianiſche Topf noch Luft, mit dem der Dampf ſich mengte, und wobei er in gleichem Wärmegrade nicht zu einer ſo groſsen Expanſivkraft, als ohnedies gelangt.

Seit Ziegler's Schrift vergingen volle zwanzig Jahr, ehe wieder ein Phyſiker an die Auflöſung jener Frage gedacht hätte. Betancourt's be-

*) Vergleicht man mit dieſen Elaterometern Ziegler's die neuern Dampfmeſſer, ſo ſieht man, daſs ſie im Weſentlichen alle mit deſſen phyſikaliſchem Elaterometer übereinſtimmen; am Bikerſchen findet ſich auch eine Nachbildung ſeines mechaniſchen Elaterometers. Ziegler's Bemühungen verdienen daher immer, nicht vergeſſen zu werden. *d. H.*

kanntes *Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau et de l'esprit de vin*, erschien zu Paris gegen Ende des Jahrs 1790. Es enthält die Beschreibung und Abbildung eines neuen, sehr verbesserten Dampfmessers, und treffliche Versuche, durch welche diese Materie in ein helleres Licht gesetzt wurde; dabei waren Ziegler's Bemühungen Betancourt ganz unbekannt geblieben. Auch er machte seinen Dampfmesser aus Kupfer, in Gestalt einer Kugel, die birnförmig ausläuft, und brachte in der Deckplatte 3 Oeffnungen an. (Fig. 5.) Die eine für das hineinzugiessende Wasser, mit einer festen Schwanzschraube; die zweite im Mittelpunkte der Deckplatte, in welche ein Thermometer fest gekittet wurde, so dass die Kugel 2 Zoll über dem Boden hing; und die dritte, in welche das offne Ende der gläsernen Barometerröhre dampfdicht befestigt wurde. Von der Deckplatte ab, ging diese Röhre erst einige Zoll weit senkrecht in die Höhe, dann eben so weit horizontal, und darauf 30 Zoll tief senkrecht herab. Hier erweiterte sie sich in ein cylindrisches Gefäss, von dessen Boden ab sie sich wieder aufwärts krümmte, und nun 110 Zoll weit senkrecht in die Höhe stieg. Eine bewegliche Scale, die sich längs der Röhre herauf und herab schieben liess, zeigte ganze pariser Zoll und Zwanzigstel Zoll. Die herabgehende und das unterste Stück der heraufgehenden Röhre wurden mit Quecksilber gefüllt, das obere Ende der langen Röhre zugeschmolzen, und hier eine torricellische Leere her-

vorgebracht. Um auch den Topf oder die Kugel luftleer machen zu können, war im Halse desselben, an der Seite, eine kupferne Röhre mit einem Hahne angebracht, mittelst deren er sich mit dem Recipienten einer Luftpumpe verbinden, und auspumpen liess, bis das Quecksilber im langen Schenkel nur um ein paar Linien höher als in dem herabgehenden Schenkel stand. Wurde dann die Kugel über ein Feuer gesetzt, so presste der sich entwickelnde Dampf das Quecksilber in die längere Röhre hinauf, wobei denn die Wärmegrade und die gleichzeitigen Quecksilberhöhen sorgfältig beobachtet wurden.

Ungefähr 3 Jahr vorher, ehe Betancourt's Abhandlung erschien, hatte auch ich, ohne etwas von Ziegler's Schrift zu wissen, einen Apparat einrichten lassen, um über die Zunahme der Elasticität der Dämpfe mit der Wärme Versuche anzustellen. Da mich aber Geschäfte abhielten, die Fehler, die ich daran bemerkte, verbessern zu lassen, verschob ich die Versuche, die ich damit vorhatte, und gab sie, als ich Betancourt's *Mémoire* gelesen hatte, völlig auf. Erst vor zwei bis drei Jahren wurde ich durch die Bitte unsrer Societät, meine Vorlesungen über die Dampfmaschinen, mit den übrigen hierher gehörigen Verhandlungen, in ihrem Namen herauszugeben, und durch die Anerbietung, auf ihre Kosten den Dampfmesser, wie ich es angeben würde, verbessern, und die Versuche ausführen zu lassen,

bestimmt, mich diesen Versuchen endlich wirklich zu unterziehn. Betancourt's Dampfmesser schien mir den Fehler zu haben, daſs der Dampf, ehe er mit dem Quecksilber in Berührung kömmt, auſserhalb des Dampfgefäſses durch eine zu lange Glasröhre geht, und dadurch eine merkbare Abkühlung und Verminderung seiner Expansivkraft leidet. Auch glaubte ich, die Luft aus dem Kupfergefäſse durch den Dampf selbst vollkommner, als mittelst einer Luftpumpe austreiben zu können. Die Einrichtungen, wie ich dieses zu bewerkstelligen hoffte, hatte Herr Rouppe, Lehrer der Chemie zu Rotterdam, die Güte unter seinen Augen ausführen zu lassen, und in Verbindung mit mir, theils in unsrer beider Gegenwart, theils allein, die Versuche mit der gröſsten Genauigkeit anzustellen. Von ihm rühren auch die Tabellen am Ende dieses Aufsatzes her. Wie auſserordentlich mühsam und zeitspielig alles dieses war, läſst sich kaum beschreiben.

Taf. IV, Fig. 4, stellt meinen neuen Dampfmesser vor. *A* ist der eiserne Ofen mit Herd und Aschenloch. *BB* der Kessel oder Topf, aus $\frac{3}{16}$ Zoll dickem Kupfer, inwendig 11 Zoll hoch und 10 Zoll weit, der auf eisernen an den Rand des Ofens befestigten Ansätzen hängt, und zwischen welchem und dem Kessel so viel Raum bleibt, daſs die Flamme ihn umspielen kann. Der Deckel *C* ist noch einmahl so dick, als der Topf, und durch feste Schrauben unweit des Umfangs auf eine zwischen beide ge-

legte Bleischeibe dampfdicht angedrückt; eine Vorrichtung, die zu empfehlen ist. *)

Der Deckel enthält überdies 5 Oeffnungen. In der im Mittelpunkte ist auf dazwischen befindliches Blei der Fuss *D* der kupfernen Röhre oder des Dampfcylinders *GG*, welcher den Hahn *M* enthält, fest geschraubt. Dieser Hahn ist doppelt durchbohrt, und durch ihn läfst sich die Röhre mit dem Kessel oder mit der äussern Luft in Verbindung setzen. Auch läfst er sich so drehen, dass er dem Dampfe oder der Luft aus dem Kessel den Ausgang ins Freie gewährt, um den Kessel, vor Anfang der Versuche, luftleer zu machen. **) Wenn man die Deckplatte der Röhre *GG* abschraubt, läfst sich in ihr ein dampfdicht schliessender Kolben anbrin-

*) Lederscheiben, deren man sich in den Luftpumpen bedient, um einen Theil an den andern luftdicht anschliessen zu machen, sind hier, nach Herrn Schmidt's Erfahrungen, nicht wohl zu brauchen, da sie bei höhern Temperaturen allzuleicht verbrennen. *d. H.*

**) Ungeachtet Biker selbst im Vorhergehenden diese von Hrn. Prof. Schmidt zuerst eingeschlagne Methode dem Auspumpen der Luft aus dem Topfe vorzieht; so bediente er sich doch in den folgenden Versuchen dieses letztern Mittels, um den Topf luftleer zu erhalten. Auch scheint der ganze Dampfcylinder sich nur als mechanisches Elaterometer und zu andern Versuchen über den Dampf, als denen, worauf es hier ankömmt, an diesem Dampfmesser zu befinden. *d. H.*

gen, an dessen Kolbenstange zu oberst eine Messingscheibe, etwas grösser als der Querschnitt des Cylinders, gelöthet ist. Auf sie legt man beliebige Gewichte, von 30 Pfund und mehr, welche der Dampf durch seine Expansivkraft hebt. Zum Behufe dieser Art von Versuchen dient auch die kleine mit einem Hahne versehne Röhre *N*, welche aus dem Dampfcylinder hervortritt, und auf die sich eine kleine Spritze aufschrauben läfst. Ist das Gewicht gehoben, so dreht man den Hahn *M* so, dass er die Gemeinschaft mit dem Kessel aufhebt, und die Röhre mit der äussern Luft in Verbindung setzt, und spritzt dann Wasser in die Röhre. Dieses condensirt die Dämpfe, und läuft, während das Gewicht wieder herabsinkt, durch die Oeffnung im Hahne *M* ab.

Die zweite Oeffnung des Deckels, *R*, dient, den Kessel mit Wasser zu füllen, bis zu beliebigen Höhen, die man an einem Zollstabe, der hineingesteckt wird, abnimmt. In diese Oeffnung läfst sich eine mit einem Hahne *L* versehene Röhre *RS*, über einem Bleiringe, dampfdicht einschrauben, in welche eine zweite horizontale Röhre *SO* pafst, durch die der Kessel mit dem Recipienten einer Luftpumpe in Verbindung zu setzen, und die Luft aus ihm auszupumpen ist. Statt jener Röhre kann man auch ein Sicherungsventil in die Oeffnung *R* einschrauben, welches aus einem Kegelventil besteht, dessen Conus durch einen darauf stehenden Stift mit einem kleinen horizontal liegenden einarmigen Hebel, unweit dessen Drehpunkt, verbunden ist, und durch

Gewichte, die ans Ende des Hebels angehängt werden, sich mit beliebiger Stärke andrücken läſst. Uebersteigt die Expansivkraft der erhitzten Dämpfe den Grad, der diesem Drucke entspricht, so wirft der Dampf den Konus in die Höhe, und die Dämpfe, die sonst Theile des Apparats sprengen könnten, entweichen durch dieses Ventil.

In der dritten Oeffnung des Deckels, *I*, ist ein Thermometer *EP* mit Fahrenheitscher Scale angebracht, dessen Kugel 4 Zoll tief in den Topf hinab, und, je nachdem dieser mehr oder weniger gefüllt ist, in Wasser oder Dampf hängt.

In der vierten Oeffnung, *K*, ist die über 110 Zoll lange, oben luftleere Barometerröhre *KQ* befestigt, welche durch einen eisernen, den Cylinder zu oberst umfassenden Arm *G*, zugleich mit ihrer Scale, in senkrechter Lage erhalten wird. Die Scale *F* ist in Zehntel *Rheinländische* Zolle abgetheilt. Das Thermometer und das Barometer sind in diese Oeffnungen, auf die von Prony angegebne Art, (*Nouv. Architect. Hydraul.*, T. 2, p. 10,) dampfdicht eingesetzt; nur daſs wir das Werg, statt mit fettem Kitt, mit einem Gemische aus Mennige und dick eingekochtem Leinöhle bestrichen. Mit derselben Masse, der noch etwas Bleiweiſs zugesetzt wurde, verstrichen wir alle Ritzchen, die sich zeigten, und sie hielt, nachdem sie gut getrocknet war, aufs beste. — Das untere offne Ende der Barometerröhre geht bis nahe an den Boden des eisernen Behälters *P*, Fig. 5, hinab, welches unter dem Deckel

dd angebracht ist, in der Tiefe 5, und in der Weite $2\frac{1}{2}$ Zoll hält, und das Quecksilber genug fasst, um damit die ganze Barometerröhre füllen zu können. Durch eine Oeffnung *e* im Halse des Behälters, hat der Dampf des Kessels freien Zutritt über die Quecksilberfläche. Zu oberst geht aus diesem Behälter eine Nebenröhre *abc* ab, und tritt durch die fünfte Oeffnung des Deckels *H* hervor. Das Stück oberhalb des Deckels ist mit einem in einem rechten Winkel durchbohrten Hahne versehn, mittelst dessen sich das Innere des Kessels mit der äussern Luft in Verbindung setzen lässt, so dass durch ihn die Luft aus dem Kessel, die durch das Loch *e* in den Behälter eintritt, oder auch der Dampf, wenn er allzu heiss und zu stark expandirt wird, entweichen kann. Dieser Hahn vertritt daher einigermassen die Stelle eines Sicherungsventils.

Die Einrichtung dieses Quecksilberbehälters für das Barometer ist es hauptsächlich, worauf sich meine Verbesserung des Dampfmessers gründet; und ich halte meinen Dampfmesser eben deshalb für vollkommner als den *Betancourtschen*, weil in ihm der heisse Wasserdampf unmittelbar auf gleich stark erhitztes Quecksilber drückt, ohne dass das Quecksilber oder die äussere Luft ihn abkühlt und dadurch seine Expansivkraft mindert. — Auch Herr Prof. Schmidt in Giessen suchte vor mehrern Jahren Betancourt's Apparat von dieser Seite zu vervollkommnen. Sein verbesserter Dampfmesser, wie er in Gren's *neuem Journal der Physik*, B. 4, St. 3,

abgezeichnet und beschrieben ist, hat, statt Betancourt's doppelt gebogner Barometerröhre, eine auf dem Deckel des Topfs, (Fig. 6,) stehende cylindrische eiserne Büchse, die grossentheils mit Quecksilber gefüllt ist. Durch ihre Bodenplatte und durch den Deckel des Topfs geht, in einer Lederbüchse, eine eiserne Röhre, fast bis an die Deckplatte der Quecksilberbüchse hinauf, welche die heissen Wasserdämpfe über das Quecksilber leitet; und durch eine Lederbüchse in der Deckplatte selbst, steigt, fast vom Boden der Quecksilberbüchse an, eine lange, oben offne, und mit einer Scale versehene Barometerröhre senkrecht hinauf, in welche der Druck der Dämpfe das Quecksilber aus der eisernen Büchse in die Höhe treibt. Man sieht indess leicht, dass auch bei dieser Einrichtung der Dampf, ehe er die Quecksilberfläche erreicht, auf die er drückt, beträchtlich an Wärme, und mithin an Expansivkraft, verlieren muss. *)

*) Ich gestehe, dass ich nicht recht absehe, wie dieses einen merklichen Einfluss auf die Quecksilberhöhe in der Barometerröhre haben könne, vorausgesetzt, dass keine Verwandlung des Dampfs in Wasser dabei statt findet, welche wohl kaum einmahl im Anfange des Versuchs zu befürchten seyn dürfte. Die Quecksilberhöhe entspricht, so viel ich einsehe, nicht dem Drucke, den die abgekühlten Dämpfe, die das Quecksilber unmittelbar berühren, *lediglich ihrer Wärme entsprechend*, auf die Quecksilberfläche äussern; sondern der

Bei den Verfuchen, die wir mit meinem Dampfmeffer anftellten, und deren Refultate man in der erften Tabelle, am Ende diefes Auffatzes, findet, wurde, nachdem der Keffel bis auf die beftimmte Höhe mit Waffer gefüllt war, zuerft die Luft aus demfelben mittelft einer Luftpumpe, fo viel als möglich, ausgepumpt. Dann wurde ein kleines Feuer unter dem Keffel angemacht, um das Waffer darin allmählig zu erwärmen und zum Kochen zu bringen. So wie das Thermometer den Siedepunkt, und das Queckfilber in der langen Röhre zugleich die Barometerhöhe für den Tag erreicht hatten, wurde das Feuer ausgedämpft, da fich denn nach dem Erkalten, aus dem Stande der Barometerprobe der Luftpumpe, abnehmen liefs, ob auch der ganze Apparat völlig luftdicht fchlofs. War diefes der Fall, fo wurde nun das Feuer wieder angemacht, und während der eine Beobachter fich ans Thermometer ftellte und die fteigenden Wärmegrade angab, be-

ftärkere Druck der heifsern Dämpfe im Topfe mufs fich durch fie, (als eine Flüffigkeit,) ungefchwächt fortpflanzen, und daher die Queckfilberhöhe ihrer Expanfivkraft gemäfs feyn. Diefes fcheint auch die Erfahrung zu beftätigen, da die Tabelle II, am Schluffe gegenwärtigen Auffatzes, ausweift, dafs der Bikerfche Dampfmeffer keinesweges gröfsere Queckfilberhöhen, bei gleichen Wärmegraden, als die beiden andern Dampfmeffer, vielmehr beträchtlich kleinere, als der Betancourtfche gegeben hat. *d. H.*

obachtete der andere die gleichzeitigen Queckſilberhöhen in der Barometerröhre nach Zollen und Linien, welche ſogleich in eine vorläufig dazu eingerichtete Tabelle aufgezeichnet wurden. Wir gaben uns ſehr viel Mühe, die Hitze, nach Betancourt's Vorſchrift, ſo zu mäſsigen, daſs das Queckſilber auf einen Zoll 1 oder 2 Minuten im Steigen zubrächte; aber durchgängig ſtieg es viel geſchwinder, doch nicht ſo ſchnell, daſs wir nicht für jeden Thermometergrad, ſo wie er angegeben wurde, die gleichzeitige Queckſilberhöhe ſehr wohl hätten beſtimmen können. Da uns indeſs dieſes doch einigemahl miſsglückte, auch wenn die Hitze zu ſchleunig zunimmt, ſie ſich nicht ſchnell genug dem Thermometer mittheilen kann, und man dann zu hohe Queckſilberſäulen für die Wärmegrade erhält, wie wir und auch Herr Schmidt bei ſeinen Verſuchen mehrmahls wahrnahmen; ſo iſt es ſehr rathſam, das Feuer möglichſt zu mäſsigen und jeden Verſuch recht langſam anzuſtellen.

Merkten wir, daſs der Dampf ſich zu gewaltig ausdehnte, ſo öffneten wir, um nicht Gefahr zu laufen, den Hahn *H*, und lieſsen einen guten Theil Dampf entweichen, wobei manchmahl zugleich Queckſilberdämpfe mit hinaus traten. Einmahl begegnete es uns, daſs, während das Thermometer hierbei auf einerlei Stelle blieb, das Barometer einige Zeit lang ſank, unſtreitig wegen des Entweichens der Dämpfe; ein Beweis, wie ſehr es bei dieſen Verſuchen darauf ankömmt, daſs der Topf

oder Keſſel überall völlig dampfdicht ſchlieſse. Dieſes iſt auch der Grund, warum ſich bei Verſuchen mit Dampf von hoher Expanſivkraft das Sicherungsventil nicht anbringen läſst; denn mag man es noch ſo ſehr mit Gewichten beſchweren, ſo entweicht hier doch der Dampf allzuleicht.

Bei aller unſrer Sorgfalt, alle Schrauben recht feſt anzuziehn, und alle Ritzchen aufs beſte zu verkitten, entſtand doch oft, bei hoher Expanſivkraft des Dampfs, plötzlich ein Leck am Kitte einer der Röhren am Deckel; und dieſer lieſs ſich dann durch kein Mittel wieder heben, ſo daſs wir nicht ſelten genöthigt waren, den Verſuch in der Mitte abzubrechen, da er, beſonders bei groſsen Queckſilberhöhen, ſo wie Dampf entweicht, fehlerhaft wird. Beſonders begegnete uns das in dem letzten Verſuche, und überhaupt gegen das Ende der Verſuche, welches wir daher fortlaſſen oder nach wiederhohlten Verſuchen verbeſſern muſsten. Bis auf 260° Wärme blieb der Keſſel jedesmahl völlig dampfdicht, und bis dahin ſtimmten auch alle Verſuche völlig überein.

Hörten wir während eines Verſuchs ein Pfeifen und Blaſen, ohne doch die Stelle, wo der Dampf entwich, finden zu können, ſo klebten wir, nach Endigung des Verſuchs, und nachdem alles abgekühlt war, um den Rand des Keſſels und um die Oeffnung, die wir am meiſten in Verdacht hatten, einen kleinen Damm von Baumwachs, goſſen darein Waſſer, und ſetzten die Röhre *SO* mit einer Com-

pressionspumpe in Verbindung. Beim Verdichten der Luft im Kessel entdeckte sich dann die wandelbare Stelle durch die Luftblasen, die an ihr durch das Wasser hervordrangen.

Wir haben unsre Versuche mit verschiednen Wassermengen im Topfe oder Kessel angestellt, und zwar, wie man aus Tabelle I sieht, mit allen Wasserhöhen, Zoll für Zoll, von 1 bis 10 Zollen, indess der Topf selbst eine Tiefe von 11 Zollen hatte. In den Resultaten derselben fanden, für einerlei Wärme, keine Unterschiede von Belang statt, so dass die grössere oder geringere Wassermenge im Gefässe keinen Einfluss auf den Versuch zu haben, und nichts zur Expansivkraft des Wasserdampfs bei gegebner Hitze beizutragen scheint; ein Resultat, worin unsre Versuche von den Betancourtschen abweichen. *) Nur scheinen, wenn der Kessel mehr mit Wasser

*) Betancourt stellte 4 Reihen von Versuchen an, als der Topf oder Kessel seines Dampfmessers bis auf $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ mit Wasser gefüllt war. Die drei ersten Versuchsreihen gaben höhere Quecksilberstände für einerlei Wärme, als die vierte; besonders die erste. Er erklärt sich dieses daraus, dass in ihnen das Thermometer im Dampfe, in der vierten Versuchsreihe dagegen im Wasser hing, und in letzterer deshalb die Wärme schneller, als in den erstern, angenommen habe, wo das Thermometer gegen die wirkliche Wärme der Dämpfe zurückgeblieben sey, und man daher zu grosse Expansivkräfte gefunden habe. Die Biker-

Waſſer gefüllt war, die Stöſse ſchwächer zu ſeyn, oder ganz zu fehlen, die man ſonſt zu Anfang des Kochens hört; wahrſcheinlich weil dann der luftleere Raum über dem Waſſer geringer iſt, und ſich ſchneller mit Dämpfen füllt, die durch ihren Druck das Anſteigen des Dampfs in groſsen Blaſen verhindern.

In unſerm letzten Verſuche hatten wir die Barometerröhre oben geöffnet, um den Druck des Queckſilbers in ihr durch den Luftdruck zu verſtärken. Wir wollten ſehn, wie weit ſich wohl die Expanſivkraft des Dampfs in unſerm Apparate würde erhöhen laſſen, und in der That brachten wir ihn bis zum vierfachen Luftdrucke. Schade war es, daſs auch während dieſes Verſuchs ein Leck entſtand, welcher machte, daſs bei 275° Wärme nur eine Queckſilberſäule von 25, und bei 305° Wärme nur eine Säule von 94 Zoll Höhe getragen wurde. Rechnet man dazu 29 rheinl. Zoll Queckſilberhöhe für den Luftdruck auf die obere Fläche des Queckſilbers in der offnen Röhre, ſo giebt das

Bikerſchen Verſuche, wo die Thermometerkugel 4 Zoll tief in den Topf hinab, und folglich in den 4 erſten Verſuchsreihen im Dampfe, in den beiden letztern im Waſſer hing, und dabei doch keine bemerkbaren Unterſchiede gaben, beweiſen, daſs dieſes nicht der wahre Grund der Verſchiedenheit in Betancourt's Verſuchsreihen ſeyn konnte, wie das auch Herr Schmidt, a. a. O., S. 256, bemerkt. *d. H.*

bei 275° 81 Zoll, und bei 305° 123 Zoll Queckſilberhöhe. Die erſtere iſt, wie aus Tabelle I erhellt, um 13 Zoll, und die letztere ſicher noch um viel mehr zu klein. Wir muſsten daher dieſen Verſuch aus der Tabelle fortlaſſen, hoffen ihn aber während dieſes Winters zu wiederhohlen.

Mehrmahls dämpften wir nach geendigtem Verſuche das Feuer aus, und beobachteten das Sinken des Thermometers und Barometers, welches, wie wir fanden, genau nach dem Verhältniſſe vor ſich geht, nach welchem beide mit einander anſteigen. Dabei behält das ringsum eingeſchloſsne Waſſer ſeine Wärme zum Bewundern lange.

In der *erſten* der beiden folgenden Tabellen enthalten Columne 1 die Wärmegrade, wie ſie der eine Beobachter nach dem Thermometer mit Fahr. Scale angab; Columne 2 bis 7 die gleichzeitigen beobachteten Queckſilberhöhen in der Barometerröhre, insgeſammt auf einerlei Luftdruck von 29 rheinl. Zollen Barometerhöhe reducirt, wie ſie bei verſchiednen Waſſerhöhen im Keſſel, vom zweiten Beobachter, in fehlerfreien Verſuchen wahrgenommen wurden; und Columne 8 die mittlern Reſultate aus dieſen Verſuchen, aus deren Vergleichung mit den Verſuchen ſelbſt am beſten erhellt, wie die verſchiedne Waſſerhöhe im Keſſel ohne merklichen Einfluſs auf die Expanſivkraft des Dampfes iſt. *)

*) Intereſſant würden Verſuche mit noch weit weniger Waſſer ſeyn, um daraus die Frage zu beant-

Diese mittlern Resultate sind von Herrn Rouppe nicht ohne Mühe berechnet, da er dabei auf die Veränderung des Niveaus der Quecksilberfläche in dem Behälter, beim Steigen des Quecksilbers in der Barometerröhre Rücksicht nehmen, und die beobachteten Quecksilberhöhen hiernach verbessern musste. *)

Nicht minder mühsam war die *zweite* Tabelle zu berechnen. Betancourt und Schmidt hatten sich des Reaumürischen Thermometers und einer nach pariser Maass eingetheilten Barometer-Scale; wir uns des Fahrenheitischen Thermometers und des rheinländischen Maasses bedient. Um alle diese Beobachtungen mit einander zu vergleichen, mussten wir daher unsre Beobachtungen auf Grade des Reaumürischen Thermometers, und Betancourt's und Schmidt's Quecksilberhöhen auf

worten, die Herr Prof. Schmidt, a. a. O., S. 263, aufwirft: ob der Wasserdampf, der unter Umständen, wo kein neuer hinzukommen kann, erhitzt wird, in dieser blossen Vermehrung seiner specifischen Elasticität dasselbe Gesetz befolge, als wenn zugleich immer neu erzeugter Dampf mit hinzukömmt, und zugleich seine Dichtigkeit vermehrt. *d. H.*

*) Auch wegen der zunehmenden Wärme des Quecksilbers wäre wohl unstreitig eine Reduction der Barometerstände auf einerlei Temperatur nöthig. Aber wie soll die Wärme des Quecksilbers bestimmt werden? *d. H.*

rheinl. Zolle reduciren. *) Man sieht aus dieser Tafel, daſs unsre Versuche mit denen Betancourt's und Schmidt's aufs beste zusammenstimmen.

Weitere Resultate aus ihnen zur Beurtheilung der Formeln Prony's und Schmidt's zu ziehn, überlassen wir andern. **) Nur müssen wir vor al-

*) Die *Betancourtschen* Versuche sind seine vierte Versuchsreihe, als der Topf zu ¼ mit Wasser gefüllt war, welche er selbst für die besten erklärt. Bei 110° steht in der Tabelle des Originals fälschlich 100,9 Zoll, und unter den *Schmidtschen* Versuchen 100,6 Zoll; ein Versehn, welches ich verbessert habe. Auch fehlen im Holländischen die 4 letzten Versuche Schmidt's, die erst von mir der Tabelle beigefügt sind. Die beiden letzten mit † bezeichneten Quecksilberhöhen sind etwas zu niedrig, da bei ihnen ein Leck entstanden war, aus dem der Dampf herausdrang. *d. H.*

**) Bedeutet t den Wärmegrad des Wasserdampfs nach der 80theiligen Scale des Quecksilber-Thermometers, und e die Höhe der Quecksilbersäule, deren Druck die Expansivkraft dieses Dampfes miſst, in Hundertel pariser Zollen; so ist nach Hrn. Schmidt's Formel $e = t^{1,4113 + 0,005t}$ (Gren's *neues Journal der Physik*, B. 4, S. 284.) Daſs diese Formel nicht nur innerhalb der Grenze unsrer bisherigen Versuche der Expansivkraft der Wasserdämpfe nach Schmidt's Versuchen weit besser als die von Prony aufgestellte entspricht, sondern auch über diese Grenze hinaus sehr wahrscheinlich bleibt, indeſs die Pronysche hier gar

len Dingen noch bemerken, daſs nach unſern Verſuchen, was auch Herr Schmidt beſtätigt, der Dampf ein vollkommen luftleeres *Vacuum* hervorzubringen vermag. Auch ſieht man aus ihnen, daſs der Dampf immer einerlei Wärme mit dem Waſſer hat, woraus er entſteht.

bald zu ſinnloſen Ausſagen führt, iſt nach dem, was Herr Schmidt darüber geſagt hat, ziemlich evident. Welche von beiden Formeln für die richtigere zu halten ſey, möchte daher, wenn man die Genauigkeit der Schmidtſchen Verſuche, die dabei zum Grunde liegen, anerkennt, kaum noch zweifelhaft ſeyn. Daſs aber den *Schmidtſchen Verſuchen* vor den *Betancourtſchen* unbezweifelt der Vorzug gebührt, fällt aus Tafel 2 in die Augen, da das Mittel aus den ſo gut zuſammenſtimmenden *Bikerſchen* und *Rouppeſchen* Verſuchen, Grad für Grad mit den Schmidtſchen ſo nahe zuſammenfällt, als man es bei ſo miſslichen Verſuchen, wo ſo manche Kleinigkeit, die der Beobachter nicht in ſeiner Gewalt hat, mit in das Spiel kömmt, nur immer erwarten kann. Die Verſuche unſers Landsmannes übertreffen ſelbſt die der beiden Holländiſchen Phyſiker im regelmäſsigen Gange der Reſultate, daher ſie auch mit den nach ſeiner Formel berechneten Expanſivkräften des Waſſerdampfs, Grad für Grad, genauer als die Bikerſchen übereinſtimmen. (Vergl. Gren's *neues Journal der Phyſik*, B. 4, S. 275 f.) Am genaueſten möchte vielleicht ein Mittel aus beiden Verſuchsreihen mit der Wahrheit übereinſtimmen. *d. H.*

Erste Tabelle.

Queckſilberhöhe in der Barometerröhre des Dampfmeſſers, beobachtet von Biker und Rouppe nach rheinländ. Zollen, und reducirt auf einem Barometerſtande von 29 rheinl. Zollen.

bei einer Wärme n. Fahrh. von	Als in den 11 Zoll tiefen Topf des Dampfmeſſers Waſſer gegoſſen war, bis auf eine Höhe von:						im Mittel: Wegen des Niveaus corrigirte Höhe.
	1″	3″	5″	7″	9″	10″	
212°	29	29	29	29	29	29	29
213	30,6	30,5	30,1	30,2	30,5	29,9	30,3
214	31,2	30,9	30,6	31	31,1	30,7	30,9
215	31,6	31,3	31	31,6	31,7	31,8	31,5
216	32,1	31,9	31,7	32,3	32	32,7	32,1
217	32,7	32,5	32,3	32,7	32,7	33,1	32,6
218	33,3	33,3	33,1	33,4	33,2	33,8	33,5
219	33,9	33,9	33,8	34	33,9	34,5	34
220	34,6	34,5	34,3	34,6	34,6	35,1	34,7
221	35,2	35	35	35,6	35,1	35,8	35,3
222	35,5	35,7	35,7	36,3	35,8	36,5	35,9
223	36,5	36,3	36,2	36,9	36,4	37,5	36,6
224	37,1	36,9	37	37,6	36,8	38	37,4
225	37,8	37,6	37,9	38,3	37,6	38,6	37,9
226	38,3	38,4	38,5	39	38,7	39,2	38,7
227	39,1	39,1	39,5	39,9	39,6	40	39,5
228	39,9	39,8	40,3	40,7	40,2	41	40,3
229	40,3	40,5	41	41	41,1	41,6	41
230	41,1	41,2	42,2	42,3	42,6	—	41,8
231	41,7	41,8	43,4	43	43,2	42,8	42,8
232	43	42,5	44,2	43,7	44,1	43,8	43,5
233	44,3	43,9	44,8	44,6	45,3	44,4	44,5
234	44,9	44,8	45,9	45,6	46,2	45,7	45,5
235	45,7	45,7	46,2	46,4	47,1	46,8	46,3
236	46,6	46,5	46,8	47,3	47,9	47,9	47
237	47,5	47,3	47,5	48,2	48,3	48,3	48,2
238	48,3	48,1	48,4	49	49,2	49,1	48,7
239	49,2	49	49,3	50,1	50	50,2	49,7
240	50,2	50,1	50,4	50,9	50,5	50,9	50,5

Wärme Fahrh.	Queckſilberhöhe, bei einer anfängl. Waſſerhöhe im Keſſel des Dampfmeſſers, von 1''	3''	5''	7''	9''	10''	im Mittel:
241	51,1	51	51,3	51,2	51,3	51,4	51,2
242	52,2	52,3	52,2	52,7	52,5	52,3	52,3
243	53,9	53,8	53	53,8	53,4	53,1	53,5
244	54,8	54,8	53,8	54,7	54,4	54,3	54,5
245	55,9	55,8	54,9	55,6	55,5	55,4	55,3
246	56,8	56,8	55,7	56,6	56,6	56,7	56,5
247	57,6	57,8	56,9	57,6	57,5	57,9	57,5
248	58,7	58,8	58,1	58,7	58,4	58,9	58,6
249	59,9	59,8	58,8	59,2	59,5	59,9	59,7
250	61	60,9	60,1	60,9	60,6	61	60,7
251	61,1	62	61,3	61,9	61,7	61,9	61,8
252	63,2	63,1	62,5	63	62,9	63	62,9
253	64,2	64,2	63,9	64,1	63,9	64,1	64
254	65,4	65,4	65	65,4	65,1	65,1	65,2
255	66,8	66,8	66,3	66,8	66,8	66,6	66,6
256	68,1	68,1	67,6	68,5	68	68,1	68
257	69,1	69,3	68,6	69,2	69,1	69,2	69
258	70,2	70,5	69,9	70,1	70,3	70,4	70,4
259	71,4	71,7	71	71,6	71,5	71,8	71,5
260	72,6	72,9	72,2	72,3	72,7	73	72,6
261	73,5	73,8	73,5	73,4	73,8	74,1	73,7
262	74,8	75	74,9	74,8	74,7	75	74,8
263	76	76,5	75,9	75,9	75,8	76	76,1
264	77,2	77,9	77,2	76,9	77	77,1	77
265	78,4	79	78,5	78,1	78,2	78,3	78,4
266	79,7	80,3	80,3	80,2	79,9	79,7	80
267	80,8	81,9	82,1	81,5	81,3	80,9	81,4
268	82,1	82,3	83,4	82,7	82,9	82,3	82,6
269	84	83,9	84,3	84,1	84,3	83,9	84
270	86,2	86,1	85,9	85,8	86	85,2	85,8
271	88,3	88	87,5	87,1	87,5	86,9	87,5
272	90,1	90,2	89,3	89	89,1	88,8	89,6
273	91,4	91,5	91	90,9	91	89,9	90,9
274	92,8	93,1	92,9	91,7	92	92	92,6
275	94,6	95,2	94,9	94,6	94,9	94,7	94,8
276		98,9	97,8	97,5	97,8	97,8	97,9
277			99,1	98,9	99,1	98,7	98,9
278						102,1	102,1

Zweite Tabelle.

Queckſilberhöhe in rheinländ. Zollen, welche die Expanſivkraft des Waſſerdampfs miſst.

bei einer Hitze nach d. Réaum. Therm. v.	d. Fahrenh. Therm. von	zufolge der Verſuche von Betancourt	Schmidt in Gieſsen	Biker und Rouppe.
80°	212°	29		29
81	214¼	30,7		30,9
82	216½	32,4	32,1	32,4
83	218¾	34,2	33,7	33,9
84	221	35,8	35,2	35,9
85	223¼	37,7	36,7	37,6
86	225½	39,5	38,2	38,3
87	227¾	41,4	39,8	40,1
88	230	43,7	41,6	41,8
89	232¼	45,9	43,3	43,6
90	234½	48	45,2	45,9
91	236¾	50,1	47,6	47,8
92	239	52,3	49,8	49,7
93	241¼	54,9	51,8	51,5
94	243½	57,3	53,7	54
95	245¾	59,5	56,8	56,1
96	248	61,9	58,8	58,6
97	250¼	65,7	61,3	61,2
98	252½	68,5	63,9	63,5
99	254¾	71,9	66,7	66,2
100	257	74,9	69,4	69
101	259¼	78,2	72,5	71,7
102	261½	81	75,6	74,2
103	263¾	83,9	78,1	76,8
104	266	85,6	81	80
105	268¼	89,8	83,8	83
106	270½	91,4	88	86,6
107	272¾	94,6	91,6	90,5
108	275	96,9	95,3	94,4
109	277¼	99	99,9	99,9
110	279½	101,5	104,3	
111	281¾		108	
112	284		113,1	
113	286¼		117,1†	
114	288½		121,3†	

Noch verdient folgender Verſuch Rouppe's, nicht daſs er ſich mit den vorigen an Genauigkeit vergleichen lieſse, ſondern, weil er ohne groſse Mühe nachzuahmen iſt, erwähnt zu werden. Statt des Deckels des Dampfcylinders wurde ein anderer mit einer eingekitteten gläſernen Röhre, (Fig. 7,) aufgeſchraubt, die anfangs ſenkrecht, dann unter einem Winkel von etwa 30° anſtieg, in Geſtalt eines V auslief, und am Ende zugeſchmolzen war. In dem zugeſchmolznen Schenkel befand ſich eine 6 Zoll lange Säule atmoſphäriſcher Luft; in dem andern Schenkel etwas Baumöhl. Auf dieſes drückte der im Topfe des Dampfmeſſers ſich entwickelnde Waſſerdampf, und comprimirte die Luft immer ſtärker, je mehr ſeine Expanſivkraft zunahm. Der Barometerſtand war 29,8 rheinl. Zoll, und Folgendes die Länge der Luftſäule, bei wachſender Wärme.

Wärme. Fahrh.	Rheinl. Zoll.	Wärme.	Rheinl. Zoll.
212	6	248	2,9
215	5,8	250	2,8
218	5,5	252	2,7
220	5,2	254	2,6
225	4,8	256	2,5
230	4,2	258	2,4
235	3,8	260	2,3
240	3,4	263	2,2
245	3,1	266	2,1
246	3	268	2
		270½	1,9

II.

BESCHREIBUNG

einiger Versuche über das quantitative Verhältniss, worin Volta's Säule das Oxygen- und Hydrogen-Gas aus dem Wasser darstellt,

von

P. L. SIMON,

Prof. d. Phys. an der Bauakad. zu Berlin.

Die Erscheinungen, welche das Wasser in den geschlossnen Ketten Voltaischer Säulen darbietet, sind bis jetzt noch nicht erklärt. Alles, was man darüber geäusert hat, stützt sich blos auf Muthmassung, und die hierüber aufgestellten Theorien sind bis jetzt weder evident bewiesen, noch mit gegründeten Thatsachen unterstützt worden. Das Wasser wird *zersetzt* in seine durch mehrere Versuche angenommne Bestandtheile, in Oxygen und Hydrogen; ist die eine Meinung. Das Wasser ist *einfach*, und wird durch die Einwirkung der entgegengesetzten Pole einer Voltaischen Säule in Oxygen und Hydrogen verändert; ist die andere Hypothese. Die *erstere* Meinung hat das in Gasgestalt wirklich dargestellte Hydrogen und Oxygen als eine unumstösliche Thatsache für sich; und die Annahme, dass diese Stoffe durch Zersetzung erhalten werden, gründet sich auf die bekannten frühern Versuche über die

Analyse und Synthese des Wassers. Als Einwurf dagegen läſst sich, wie bekannt, die Frage aufwerfen: Warum liefert jeder der beiden Enddrähte der Säule nur Einen Bestandtheil des Wassers, in zwei ganz verschiednen, getrennten, und oft sehr weit von einander liegenden Schichten dieser Flüſsigkeit? Alles, was man hierüber gesagt hat, sind nur Worte, ist bloſs Hypothese, und läſst sich noch nicht auf sinnlich zu erweisende Thatsachen zurückführen. Die *andere* Meinung hat ebenfalls das erzeugte Hydrogen und Oxygen als Facta für sich. Aber ihr Argument, die Einfachheit des Wassers, gründet sich auf keinen der anerkannten Versuche, welche das Oxygen und Hydrogen aus dem Wasser zu erhalten, und aus diesen beiden Stoffen wieder Wasser zu bilden lehren; auch muſs sie noch Auskunft über das geben, wodurch in Volta's Säule das Wasser in diese beiden Gasarten verändert wird. Was bis jetzt hierüber geäuſsert wurde, ist nicht minder, wie die Gründe der erstern Meinung, nur Hypothese, und läſst sich noch weniger unumschränkt behaupten. — In beiden Hypothesen bleibt auch noch die Frage zu beantworten, wodurch dem dargestellten Oxygen und Hydrogen der Wärmestoff zugeführt wird, der diese beiden ponderabeln Basen zu Gasarten constituirt.

Es ist gleichgültig, welche von beiden Theorien den Sieg davon trage, (wie ich dieses schon bei einer andern Gelegenheit erwähnt habe,) wird dadurch nur der Fortgang der Wissenschaft befördert. Auf je-

den Fall bedürfen wir, um die vorgetragnen Hypothesen zu prüfen, detaillirter und bestimmter Erfahrungen über das Verhalten des Wassers in der Voltaischen Säule. Wir wissen nur, daſs die eine Seite der Säule im Gasapparate Wasserstoffgas, die andere Sauerstoffgas, liefert. Das Verhältniſs, in welchem diese beiden Gasarten erscheinen, ist noch nicht bestimmt angegeben; vielmehr sind die Resultate, welche uns mehrere Beobachter darüber mitgetheilt haben, noch sehr getheilt, wahrscheinlich, weil die Bestimmung des quantitativen Verhältnisses der dargestellten Gasarten, bei den, übrigens an interessanten Resultaten so reichen chemischen Beobachtungen mittelst Volta's Säule, vor der Hand Nebensache bleiben muſste. Noch hat, meines Wissens, niemand einen comparativen Versuch zwischen der erzeugten Menge von Gas und dem dazu verbrauchten Wasser angestellt, bei welchem mit aller Strenge untersucht worden wäre, wie sich das Gewicht der erhaltnen Gasart zu dem verminderten Gewichte des galvanisirten Wassers verhält; ob das Verhältniſs der Gewichte des erhaltnen Oxygens und Hydrogens das bis jetzt angenommene von 85 : 15, oder ein anderes ist; und ob die Zunahme am Gewichte der sich immerfort entwickelnden Gasarten, mit der Abnahme am Gewichte des Wassers gleichen Schritt hält, und in gleichen Zeiten vollkommen übereinstimmt, oder nicht.

Seit mehrern Monaten habe ich mich mit Versuchen dieser Art beschäftigt, und ich bin jetzt mit

ihnen ſo weit gekommen, daſs ich das Reſultat meiner geſammelten Beobachtungen mittheilen kann. Gern geſtehe ich, daſs noch nicht alles geſchehn iſt, was nöthig wäre, um dieſen Gegenſtand zu erſchöpfen, und daſs allerdings ein noch genauerer Verſuch, als die, welche ich hier beſchreiben werde, zu wünſchen bleibt; allein es iſt mir bis jetzt noch nicht geglückt, einen Apparat zu erdenken, der ſich vollkommen dazu eignete. Doch hiervon weiter unten ein Mehreres.

Verſuch 1. Folgender Verſuch iſt nicht die Arbeit eines oder einiger Tage. Er erforderte mehrere Wochen, um befriedigende Reſultate zu liefern, und binnen dieſer Zeit fortdauernde Aufmerkſamkeit, um nicht durch Zufälligkeiten hintergangen zu werden. Er war aber nothwendig, und fehlte noch ganz. Dieſes beſtimmte mich vorzüglich, ihn anzuſtellen, und nicht eher davon abzugehn, bis ich hinlängliche Ueberzeugung von dem, was ich ſah, erhalten hatte.

Ich hatte in eine Röhre, wie ſie Fig. 1, Taf. V, darſtellt, unten in *A* einen Platindraht eingeſchmolzen, und ihn zu mehrerer Sicherheit durch ein Paar Körnchen Siegellack im Innern der Röhre verkittet. Die Röhre wurde mit reinem, zweimahl deſtillirtem und friſchgekochtem Waſſer gefüllt, und hierauf oben in *B* mit einem recht guten Korke geſchloſſen, in welchen der zweite Platindraht und das Entbindungsrohr *C* befeſtigt waren. Um die Verdünſtung des Waſſers während der ganzen Dauer

des Verſuchs möglichſt zu hemmen, hatte ich das Entbindungsrohr aus einer der engſten Thermometerröhren verfertigt, und damit nicht beim Uebergehn der Gasarten Waſſer mit fortgeführt würde, ſtand das Waſſer in der Röhre nur bis auf 2 Linien unter dem Korke *B*, ſo daſs es das Entbindungsrohr nicht erreichen konnte. *) Auſserhalb war der Kork, beſonders an den Fugen, mit heiſsem Waſſer vollkommen luftdicht gemacht worden, wovon ich mich dadurch überzeugte, daſs, als ich den Apparat mit der Oeffnung des Entbindungsrohrs unter Waſſer brachte, binnen 4 Stunden weder durch die Attraction im haarförmigen Rohre, noch durch den Druck des Waſſers, Waſſer hineindrang. Darauf brachte ich, am 9ten Auguſt, das andere Ende der Entbindungsröhre in eine Schale mit Queckſilber, und ſtürzte darüber eine lange gläſerne Glocke, mit friſch darin aufgekochtem Waſſer gefüllt, um das Gemiſch der ſich entbindenden Gasarten aufzufangen. **) Zuvor war die Röhre mit dem Waſſer

*) Daſs bei dieſer Einrichtung ein Rückſtand von atmoſphäriſcher Luft im Apparate blieb, iſt allerdings eine Unvollkommenheit in dem Verſuche; die Folge wird aber zeigen, daſs dieſer geringe Rückſtand, im Vergleiche mit dem geſammelten Gas, als ein unbedeutendes Differenzial, nicht in Betracht kommen kann. *S.*

**) Ich gebe dieſer Methode, Röhren voll friſch darin aufgekochtem Waſſer über Queckſilber geſtellt, zum Auffangen der Gasarten zu brauchen,

genau gewogen worden; ihr Gewicht betrug $180\frac{8}{10}$ fr. Grän. Um zwei Verſuche dieſer Art zu gleicher Zeit verfolgen, und in ihrem Gange vergleichen zu können, wurde noch ein zweiter, dem vorigen in allem gleicher Apparat vorgerichtet. Er wog mit dem Waſſer $171\frac{1}{10}$ fr. Grän. Jeden dieſer beiden Apparate ſetzte ich einzeln mit einer Säule von 50 Schichtungen Zink, mit Salzwaſſer genetztem Tuche, und Kupfer, in Verbindung, und vertauſchte dieſe Säulen, ſobald ihre Wirkung nachlieſs, mit friſchgeſchichteten Säulen. Dies geſchah während des Laufs des Verſuchs in beiden alle 3 oder 4 Tage.

Ich hatte mir vorgenommen, die Gewichtsveränderungen des Waſſers im Apparate alle 3 Tage zu unterſuchen; da es ſich aber faſt immer zutrug, daſs in dieſer Zeit die Veränderungen nicht genau durch Zehntel von Gränen gemeſſen werden konnten, und ich nicht gern kleinere Gewichte zur Beſtimmung anwenden wollte, ſo wurde das Gewicht der Röhre immer nur dann angemerkt, wenn es ſich durch Zehntel eines Gräns genau beſtimmen lieſs, und ſo wog ich öfters alle Tage. Die Reſultate dieſes Abwägens waren folgende:

bei genauen Verſuchen den Vorzug, weil Röhren, die ganz mit Queckſilber gefüllt werden, wenn das Queckſilber nicht auch darin gekocht, oder doch heiſs eingefüllt wird, immer viel fremde Luft zurückbehalten, von der man ſie nur mit vieler Mühe unvollkommen reinigt. *S.*

Der *erste Apparat* hatte in seinem Gewichte abgenommen,

Vom 9ten	bis zum 12ten August, um		0,2 fr. Grän
Vom 12ten	18ten		0,3
Vom 18ten	22sten		0,2
Vom 22sten	25sten		0,3
Vom 25sten	29sten		0,4
Vom 29sten	31sten		0,2
Vom 31sten Aug.	bis 4ten September		0,3
Vom 4ten	8ten		0,3
Also betrug die Gewichtsverminderung vom 9ten Aug. bis zum 8ten Sept., d. i. in 4 Wochen und 3 Tagen,			2,2 fr. Grän

Im *zweiten Apparate* war die Abnahme des Gewichts, wie folgt:

Vom 9ten	bis zum 13ten August		0,2 fr. Grän.
Vom 13ten	17ten		0,4
Vom 17ten	19ten		0,1
Vom 19ten	20sten		0,1
Vom 20sten	23sten		0,2
Vom 23sten	27sten		0,3
Vom 27sten	30sten		0,1
Vom 30sten Aug.	bis 4ten September		0,2
Vom 4ten	9ten		0,3
Also im ganzen Verlaufe von 4 Wochen und 4 Tagen			1,9 fr. Grän

Ich schritt nunmehr zur Messung des erhaltnen Gasgemisches, um aus dem Volumen, das Gewicht desselben berechnen zu können. Dieses Messen geschah bei einer Temperatur von 12° Reaumür.

Der

Der *erste Apparat* hatte 9,22 } pariser Kubikzoll
Der *zweite Apparat* 7,91 } Gas geliefert. *)

Nach Lavoisier wiegen bei einer Temperatur von 10° R. und einem Barometerstande von 28 par. Zoll, der pariser Kubikzoll Sauerstoffgas 0,5069, und der Kubikzoll Wasserstoffgas 0,0359 fr. Grän, und die Bases dieser Gasarten sind, dem Gewichte nach, im Verhältnisse von 85 : 15 im Wasser enthalten. Dieses angenommen, ergiebt sich das Verhältniss der Voluminum, unter welchen sie sich mit einander im Wasser befinden, wie $\frac{85}{0,5069} : \frac{15}{0,0359}$ $= 167,69 : 423,87 = 1 : 2,527$. Hieraus folgt, dass 100 Grän des Gasgemisches bei dem angegebnen Thermometer- und Barometerstande, einen Raum von 591,56 par. Kubikzoll einnehmen, und dass umgekehrt das Gewicht eines par. Kubikzolles der Gasmischung 0,1689 franz. Grän, bei 10° R. Wärme und 28″ Barometerstand beträgt.

Das Gasgemenge, welches sich im ersten Apparate entwickelt hatte, konnte aus diesen Gründen am Gewichte nur 9,22 : 0,1689, d.i. höchstens 1,56 fr. Grän betragen; da aber das Wasser 2,2 fr. Grän am Gewichte verloren hatte, so waren 0,64 Grän

*) Um die Reduction zu vermeiden, wurde die Luft in Gefässen gemessen, die durch Abwägen in Hunderttheile des pariser Duodecimal-Kubikzolles getheilt sind. *S.*

Waſſer mehr verſchwunden, als die erhaltne Gasmenge wog.

Die 7,91 Kubikzoll Gas des zweiten Apparats betragen eben ſo am Gewichte 1,33, dagegen der Gewichtsverluſt des Waſſers 1,9 fr. Grän, daher auch hier letzteres 0,57 Grän mehr verloren hatte, als das Gasgemiſch wog.

Bei der Unterſuchung fand ſich das Gemiſch beider Gasarten ſehr rein; denn in einem kleinen Voltaiſchen Eudiometer über Queckſilber durch den electriſchen Funken entzündet, verbrannte es ohne Rückſtand, und erzeugte Waſſerdampf.

Woher nun aber die Abweichung in Rückſicht des Gewichts? — Ich hatte dieſe Abweichung nicht erwartet, ſondern während des ganzen Verſuchs ſtets geglaubt, der Uebereinſtimmung ſehr nahe zu kommen. Daſs dieſe Uebereinſtimmung beim Vergleiche des Ganzen ausblieb, dafür konnte ich keinen andern Grund finden, als, daſs wahrſcheinlich Waſſer an die entweichende Gasart gebunden und mit ihr herüber geleitet worden, oder daſs, ungeachtet des äuſserſt engen Entbindungsrohrs, doch Waſſer verdünſtet ſey, wiewohl im Innern des Rohrs keine Spur von Waſſer zu bemerken war. Die erſte Urſache hätte ich freilich vorherſehn können, wenn man anders immer an alles dächte, woran man denken ſollte. Mich gereuete bei dieſen Verſuchen indeſs nur die verloren gegangne Zeit, und ich beſchloſs, ſie ſogleich unter Umſtänden zu wiederhohlen, die mich gegen jene ſtörende Verdün-

ſtung hinreichend ſichern könnten. Folgender Apparat entſprach meiner Erwartung völlig, und belohnte die viele Mühe, welche ich auf Einleitung und Verfolgung dieſer Verſuche wendete, hinlänglich durch die Vollſtändigkeit der Reſultate, welche er mir lieferte.

Verſuch 2. Ich nahm eine Röhre *AB*, Fig. 2, in welche unten in *A* ein Platindraht eingeſchmolzen und verkittet war, füllte ſie mit friſchgekochtem deſtillirten Waſſer, und kittete oben in *B* die Communicationsröhre *C*, nebſt dem zweiten Platindrahte, gleichfalls luftdicht ein. Das andere Ende der Communicationsröhre *C* war auf gleiche Art mit einer zweiten Röhre *DE* verkittet. In dieſe Röhre wurde von *D* bis *F* reines Queckſilber gegoſſen; der Raum darüber von *E* bis *F* mit friſch geſchmolznem und gepülvertem ſalzſauren Kalke gefüllt, und hierauf in *E* eine zweite Communicationsröhre eingekittet, die in die kleine unten zugeſchmolzne Röhre *GH*, welche wieder mit reinem Queckſilber gefüllt war, bis nahe an den Boden derſelben herab ging. Aus dem obern Theile dieſer Röhre *H* ging endlich das letzte Entbindungsrohr *F* in eine Schale mit Queckſilber unter eine darüber geſtellte Glocke, die, wie im vorigen Verſuche, mit friſch darin aufgekochtem Waſſer gefüllt war. Bei dieſem Apparate, den Fig. 2 in ſeiner wahren Gröſse vorſtellt, waren alle Korkſtöpſel vermieden, alle Fugen mit aufgeſchmolznem Siegellacke geſichert, und alle Communicationsröhren aus haarförmigen Thermo-

meterröhren gebildet. Der salzsaure Kalk war bestimmt, die Gasart von aller anhängenden Feuchtigkeit möglichst zu befreien, und das Quecksilber sollte verhindern, dass der salzsaure Kalk nicht bei zu großer Nähe des Wassers in der ersten und letzten Röhre, auf irgend eine Art, durch seinen grossen Hang Feuchtigkeit anzuziehn, nachtheilige Veränderungen erlitte, die das Resultat des Versuchs zweideutig gemacht haben würden. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass alle Theile vollkommen luftdicht schlossen, wurde am 12ten September der Apparat gewogen, und mit einer Voltaischen Säule von 50 Schichtungen, wie bei den ersten Versuchen, in Verbindung gesetzt. Die Gewichtsveränderung desselben bestimmte ich von 8 zu 8 Tagen, *) und erhielt die Säule unausgesetzt in voller Wirksamkeit, indem ich sie, so wie sie anfing schwächer zu werden, sogleich mit frisch geschichteten Säulen vertauschte. **) Der Apparat wog am 12ten Sep-

*) Bei dieser Bestimmung der Gewichtsabnahme gilt indess dasselbe, was S. 287 bemerkt worden ist.
S.

**) Nachher habe ich gefunden, dass die Wirksamkeit nur nachlässt, weil die Tuchscheiben austrocknen, weshalb, um die geschwächte Wirksamkeit wieder zu erwecken, weiter nichts nöthig ist, als Salzauflösung mittelst eines Stechhebers zwischen die Schichten zu tröpfeln. So wie die Tuchscheiben auf diese Art getränkt sind, stellt sich die Gasentwickelung sogleich wieder äusserst

tember 553,1 fr. Grän. Seine Gewichtsabnahme betrug:

vom 12ten bis zum	19ten September	0,6 fr. Grän
vom 19ten	26sten	0,4
vom 26sten	2ten October	0,5
vom 2ten	10ten	0,6
vom 10ten	17ten	0,4
vom 17ten	24sten	0,3
vom 24sten	4ten November	0,5
vom 4ten	16ten	0,7
vom 16ten	23sten	0,6
Alſo in Zeit von 10 Wochen und 2 Tagen		4,6 fr. Grän.

Jetzt wurde zur Meſſung der aufgeſammelten Gasarten geſchritten. Sie betrug bei einer Temperatur von 12° Reaumur, die hierzu gewählt wurde, 27,54 pariſer Duodecimal-Kubikzoll. Das Gewicht dieſer Gasmenge muſste, (den Kubikzoll deſſelben, bei einer Temperatur von 10° R. zu 0,1689, und mithin bei 12° R. zu 0,1674 fr. Grän gerechnet, *)) 4,61 fr. Grän betragen, und dieſes

lebhaft ein. So habe ich, ohne das beſchwerliche Umſchichten, die Säulen in geheitzten Zimmern, wo ſie ſonſt in einem Tage unwirkſam wurden, 10 bis 14 Tage in Thätigkeit erhalten.

S.

*) Nach den Verſuchen des Hrn. Prof. Schmidt in Gieſsen dehnt ſich trockne atmoſphäriſche Luft für 1° der Reaum. Scale gleichförmig um 0,0044675 aus, (Gren's *neues Journal der Phyſik*, B. 4, S. 336,) und Sauerſtoffgas und Waſſerſtoff-

weicht nur um 0,01 Grän von der gefundnen Gewichtsabnahme des Wassers ab; ein Unterschied, der allein schon von der Messung der Gasart herrühren kann, die bekanntlich, wegen der concaven Fläche des Wassers in der Röhre, immer nur eine Art von Approximation bleibt. Wer mit Versuchen dieser Art bekannt ist, wird wissen, wie schwer es hält, dabei auf ein Hunderttheil eines Kubikzolles Gewissheit zu erlangen. Ich glaube daher, die Differenz von 0,01 Grän für unbedeutend halten, und *völlige Uebereinstimmung der Gewichtsabnahme des Wassers, mit dem Gewichte des erzeugten Gas*, als Resultat des Versuchs ansehn zu können. *)

Durch dieses Resultat wäre also dargethan, dass die Wirkung der Voltaischen Säule uns das Oxygen und Hydrogen aus dem Wasser in eben dem Verhältnisse des Volums, wie 1 : 2,527, und des Gewichts wie 85 : 15 liefert, wie wir es lange vorher auf verschiednen Wegen, *ohne Galvanismus?* dargestellt hatten. Dass in dieser Operation, bei der Behandlung des Wassers mit glühender Kohle und mit Metallen, so etwas im Spiele ist, was wir, der

gas nur um ein Unbedeutendes weniger, (eben das., S. 397;) und danach ist die obige Bestimmung berechnet. *d. H.*

*) Wahrscheinlich war der Barometerstand am Tage der Wägung unter 28″; und dann würde das Gas aus diesem Grunde wirklich nicht volle 4,61 fr. Grän gewogen haben. *d. H.*

Divergenz der Electrometer zufolge, uns berechtigt halten, für Electricität anzuerkennen, ist nicht zu läugnen; ist eine, von den glaubwürdigsten Beobachtern bewährte, Thatsache. Noch ist aber das nähere Verhalten dieser Erscheinungen nicht angegeben, und noch nicht dargethan, ob sie ganz so zufällig sind, als man sie bisher gehalten hat, oder ob sie nicht vielleicht, indem sich ihr feineres Spiel unsern Sinnen entzieht, eine Hauptrolle spielen, die wir zu geneigt sind, andern gröbern mehr sinnlich wahrzunehmenden Stoffen zuzuschreiben. Was wir dem glühenden Eisen, den glühenden Kohlen bei der Darstellung des Hydrogens und Oxygens aus dem Wasser zuschreiben, ist vielleicht nur Folge einer schon frühern Wirkung, die uns mit ihrer Ursache entging: vielleicht verhalten sich diese beiden Stoffe nur leidend, indem wir sie wirkend annehmen; — vielleicht, dass die Voltaische Säule uns, bei ihrer Wirkung auf das Wasser, diese frühern Wirkungen, welche uns bei den andern Versuchen dieser Art in ihrem Entstehen entgingen, darstellt. Doch genug der Muthmassungen; sie machen nur ein unnützes Haufwerk von Worten, hinter welchem sich öfters der wahre Gehalt versteckt. Solche weitschweifige Vorträge über alles, was möglich seyn könnte, verhindern nur zu oft, dass man nachsucht, was wirklich ist; machen häufig undeutlich, oder erzeugen Missverstand; und nutzen in der That so wenig, dass man mit Recht wünschen muss, sie aus allen physikalischen Schriften verbannt

zu sehn, Versuchen, beobachten, beschreiben, und die gesammelten Resultate einer strengen Beurtheilung und Vergleichung unterwerfen, führt uns wahrlich weiter, als das Bemühen, alles erklären zu wollen.

Im Verfolge dieser Versuche hatte ich zwar auch einen Apparat, wie den zuerst beschriebnen, der, statt der Platindrähte, Golddrähte führte, der Wirkung einer Voltaischen Säule von 50 Schichtungen ausgesetzt; allein, da auch hier das Resultat, wie in Versuch 1, unzuverlässig werden musste, so wartete ich das Ende nicht ab. Ich werde aber jetzt diesen Versuch in dem verbesserten Apparate, Fig. 2, mit Golddrähten, Silberdrähten und andern Metalldrähten wiederhohlen, um die Verhältnisse der Gewichtsveränderungen zu beobachten, die bei der Bildung des Goldpurpurs mittelst Golddrahts, bei der Säure- und der Laugensalz-Bildung mittelst Silberdrähte, und bei der Bildung vom Oxyd bei Kupfer-, Eisen- und andern Drähten statt findet.

Noch hätte ich gern einen ähnlichen Versuch, wie Versuch 2, mit einer doppelt-schenkligen Röhre angestellt, deren beide Schenkel mit Apparaten, wie Fig. 2, communiciren sollten, um die Gasarten aus dem galvanisirten Wasser abgesondert aufzufangen. Dieses wäre auch leicht gewesen. Meine Absicht erforderte aber zugleich, das Wasser in jedem Schenkel nach geendigtem Versuche besonders zu wiegen, um die Gewichtsveränderung des-

ſelben mit dem Gewichte der aus jedem Schenkel erhaltnen Gasart vergleichen zu können; und bis jetzt iſt es mir noch nicht möglich geweſen, ein Mittel zu finden, durch welches ich während des ganzen Verſuchs das Waſſer in beiden Schenkeln hätte hinlänglich von einander getrennt halten können, ohne dadurch zugleich die Schlieſsung der Kette aufzuheben. Ich habe verſucht, dieſes durch eine Korkſcheibe zu bewerkſtelligen: allein ohne Erfolg. Denn, ſchlieſst der Kork luftdicht, ſo, daſs auch ſelbſt in der längſten Zeit das Waſſer von einer Seite nicht durch vermehrten Druck zu dem Waſſer des andern Schenkels gelangen kann, ſo iſt es nicht möglich, Gasentwickelung zu erhalten; und ſchlieſst der Kork unvollkommen, ſo nutzt er zu meiner Abſicht nichts. Aber ſelbſt, wenn, indem er vollkommen ſchlöſſe, Gasentwickelung ſtatt fände, fehlt es doch immer noch an einem ſichern Mittel, das Waſſer aus beiden Schenkeln beim Wiegen zu Ende des Verſuchs, abgeſondert zu erhalten. Vielleicht verhilft mir ein Zufall dazu, dieſe Schwierigkeiten zu beſiegen, die ich bis jetzt durch Nachdenken nicht wegräumen konnte.

Verſuch 3. Um den Erfolg zu ſehn, *wenn Waſſer in einer hermetiſch verſchloſsnen Röhre galvaniſirt würde,* lieſs ich in das untere Ende einer Glasröhre, wie Fig. 3, einen Platindraht einſchmelzen, die Röhre mit Waſſer füllen, und in die obere ausgezogne Spitze derſelben ebenfalls einen Platindraht einſchmelzen, und auſserhalb noch mit flieſsendem

Siegellacke verkitten. In der Röhre blieb nur so viel Luft, als es des Zuschmelzens wegen unumgänglich nöthig war. Hierauf wurde die Röhre in umgekehrter Lage aufgehängt, so daſs die zurückgebliebne Luft in das vorhin untere Ende trat, und dann die Kette geschlossen. Die Gasentwickelung fand statt, es sammelte sich Gas im obern Theile der Röhre, die untere Luftblase wurde beträchtlich comprimirt, und zuletzt hörte die Wirkung der bestwirkenden Säule auf. *)

*) Hrn. Hofrath Voigt, (s. dessen *Neuestes Magazin* u. s. w., B. 2, S. 555,) glückte dieses nicht mit einer Glasröhre, in die an beiden Seiten starke Messingkappen mit Mutterschrauben eingekittet waren, in welche er Schraubenspindeln mit Drähten, auf dazwischen gelegte Lederscheiben möglichst fest eingeschraubt hatte. Immer trieb endlich die sich entbindende Luft das Wasser in höchst feinen Tröpfchen durch den Siegellackkitt oder die Lederscheibe, und die Gasentbindung dauerte fast ungeschwächt fort. Als er die eine Schraubenspindel mit Vorsicht aufschraubte, dehnte sich die Gasblase, die zuvor $9\frac{1}{2}$ Linie der gut calibrirten, 9 Zoll langen und inwendig $1\frac{1}{2}$ Linien weiten Glasröhre eingenommen hatte, bis auf 6 Zoll 10 Linien auf, woraus Herr Voigt schlieſst, sie sey zuvor unter einem 8,63fachen Luftdrucke gewesen, und die Gasbildung durch diesen auſserordentlichen Druck noch nicht gehemmt worden. Leicht lieſse sich dieser Versuch mit Herrn Simon's Vorrichtung wiederhohlen und berichtigen, würde mit ihr noch eine schmale eingetheilte

Versuch 4. Ich führte oben an, daſs es bis jetzt auch noch an Beobachtungen fehle, woher den beiden dargeſtellten Baſen, dem Oxygen und Hydrogen, der Wärmeſtoff zugeführt werde, der ſie zur expanſibeln Flüſſigkeit macht. Um mich hierüber zu belehren, ſtellte ich den folgenden Verſuch an.

Eine gewöhnliche mit zwei Korken verſchloſsne Glasröhre, (Fig. 4,) wurde in beiden mit Platindrähten und zugleich im obern Korke mit einem kleinen äuſserſt empfindlichen Luftthermometer verſehn. Beide Drähte waren mit ihren Enden ſo gebogen, daſs ſie an der Kugel anlagen, und daſs alſo die Bildung der Gasarten unmittelbar am Glaſe der Thermometerkugel ſtatt finden muſste; weſshalb, wenn bei der Bereitung des Oxygen- oder Hydrogengas, durch die Wirkung der Drähte, der Wärmeſtoff aus dem umgebenden Mittel herbeigeriſſen worden wäre, ein ſo empfindliches Luftthermometer nothwendig hätte fallen müſſen. Dieſer Apparat wurde mit einer Voltaiſchen Säule von 100 Schichtungen in Verbindung geſetzt. Man war aber nicht im Stande, die geringſte Veränderung am Thermometerſtande zu bemerken, ungeachtet die Gasentwickelung ſo lebhaft vor ſich ging, daſs in jeder Minute 6 Kubiklinien Gas gebildet wurden, wie ich mich durch mein Galvanoſkop überzeugte.

Röhre verbunden, in der ſich atmoſphäriſche Luft gleich zu Anfang des Verſuchs befände. *d. H.*

Die Voltaische Säule stellt also hier die beiden Gasarten aus dem Wasser, ohne die Temperatur dieser Flüssigkeit zu verändern, dar. Ausserhalb der Säule können wir dieses nur bei hoher Temperatur bewerkstelligen, und das Oxygen hat noch niemand, ohne Einwirkung der Voltaischen Säule, aus dem Wasser unmittelbar in Gasgestalt bereitet. Ich habe schon mehrere Wahrnehmungen gesammelt, welche mir für die Meinung zu sprechen scheinen, dass die Voltaische Säule sehr geeignet ist, mehrere Stoffe in einen solchen Zustand zu versetzen, wo wir einen vorzüglichen Antheil gebundnen Wärmestoffs in ihnen annehmen. Sobald ich diese einzelnen Beobachtungen durch wiederhohlte Versuche bestätigt finde und sie mehr zu einem Ganzen vereinigen kann, werde ich sie bekannt machen.

III.

VERSUCHE,

um die eigentliche Grundkette der Voltaischen Säule auszumitteln,

vom

Dr. J. C. L. Reinhold

in Leipzig.

Leipzig den 21sten Oct. 1801.

Sie erhalten hier einige meiner Ideen und Versuche über den sogenannten Galvanismus, durch welche ich die Entscheidung der Frage beabsichtige, *welches die eigentliche Grundkette, die Einheit ist, deren Vielfaches die wirksame galvanische Batterie bildet.* *) Da die Pole der Batterie denen der einfachen Ket-

*) Die Ausdrücke: *wirksame* und *unwirksame* Kette, stehn in unmittelbarer Beziehung auf den jedesmahligen Stand der Wissenschaft, und sind daher nur relativ zu nehmen. Eine galvanische Kette, sie wirke einfach, oder vielfach in Form der Batterie, kann nur in so fern *unwirksam* genannt werden, als die bis jetzt bekannten Reagentien für Galvanismus uns keine Spur einer Action in ihr bemerkbar machen, und die neuern physikalischen Entdeckungen lassen uns ahnden, dass vielleicht nur der Mangel an Reagentien für den kleinsten Grad galvanischer Action es ist, was uns zwingt, so viele Ketten unter die Zahl der unwirksamen zu bringen. *R.*

te gleichen müssen, so werden sie durch Auflösung dieser Frage zugleich bestimmt; und da hierüber eine Zeit lang einiger Zweifel zu schweben schien,*) so hielt ich es für Pflicht, Ihnen diese meine Versuche und die Ideen, die sich darauf gründen, für die Annalen der Physik mitzutheilen. Zuvor sey es mir erlaubt, um den Vortrag nicht zu unterbrechen und um Wiederhohlungen zu vermeiden, einiges über meinen Apparat und die Art, die Batterie zu errichten, vorauszuschicken.

Das quadratförmige Gestell von zollstarkem, gedörrtem und mit Lack überzognem Holze, ruht auf 4 Glasfüssen, und trägt drei, in ein gleichseitiges Dreieck gestellte cylindrische Hülsen von Messing, die durch Mutterschrauben unter dem Brette angezogen und fest geschraubt werden. Diese äusserlich und innerlich mit einem isolirenden Lacke bekleideten Messinghülsen sind zur Aufnahme dreier $1\frac{1}{2}$ Fuss hoher Glasröhren bestimmt, welche, so weit sie in ihnen stehen, mit Siegellack überzogen sind, das oberhalb in einen horizontalen etwas breiten Ring ausgedehnt ist, der den obern Rand der Hülsen bedeckt. Die Glasröhren selbst passen genau in die Hülsen, doch so, dass sie sich ohne zu grossen Widerstand in ihnen herumdrehen, und sollten sie beim Aufbauen der Batterie an einer Seite feucht geworden seyn, sich wieder reinigen lassen. Zwischen

*) *Annalen*, B. 8, S. 138 f., 164 f., 198, 216 f. Voigt's *Mag. f. d. n. Z. d. N.*, B. 3, S. 339. *R.*

ihnen errichte ich die Batterie, *entweder* auf einer trocknen Glastafel, welche auf einem lackirten hölzernen, zwei Zoll hohen Klötzchen ruht, das genau zwischen die Hülsen paſst; *oder* über einer der groſsen gleich zu beschreibenden Endplatten.

Diese Endplatten sind Segmente eines Kreises von 4 Zoll Durchmesser, an deren Sehne, statt des fehlenden Abschnittes von 60°, ein elliptischer Fortsatz sich anschlieſst, so daſs ihre gröſste Länge 6, ihre gröſste Breite 4 par. Zoll beträgt. Mittelst dreier weiter Löcher in ihrem kreisförmigen Theile läſst sich eine solche Scheibe an den Glassäulen herabschieben, bis sie auf der Siegellackdecke der Hülsen ruht, weshalb sie keiner weitern Unterlage bedarf. An dem Ende des elliptischen Ansatzes sind einige kleinere Löcher eingebohrt, um in sie Drähte, Ketten u. dergl. einhängen zu können. Eine ähnliche Endplatte schlieſst das obere Ende der Säule an dem andern Pole. Sie sind von Kupfer, und dienen, theils, die Wirkung der Säule zu verstärken,*) theils dem Ganzen mehr Festigkeit zu geben, welches bei unruhigen Kranken unentbehrlich ist. Bediene ich mich der Glasplatte als Unterlage, so schlieſse

*) Mehrere dieser Platten gleichförmig durch die Batterie vertheilt, vermehren die Stärke derselben bei weitem nicht in demselben Verhältnisse, als es die an den Polen angebrachten thun; wohl aber giebt eine solche Säule gröſsere Funken. R.

ich an beiden Polen mit Platten, die von denen der Batterie nur wenig verſchieden, und zum Einhängen der Ketten mit Haken verſehen ſind, und ſchiebe über die oberſte Platte ein viereck̃tes mit 3 Löchern verſehnes Brettchen, in deſſen Mitte drei kleine, 1 Zoll hohe Glasröhren befeſtigt ſind, mit denen es auf der obern Endplatte ſteht. Aufgelegte Stückchen Metall drücken dieſes Brettchen etwas an; welches indeſs überflüſſig wird, wenn ich mich, wie jetzt immer, der groſsen kupfernen Endplatten bediene.

Die Säule ſelbſt beſteht aus Metallplatten von der Gröſse eines preuſsiſchen Thalers, *) und aus Scheiben, welche aus dünner weiſser Kartenpappe geſchnitten ſind **) und den Raum zwiſchen den Säulen ziemlich genau ausfüllen. Beide Seiten derſelben werden, ſo weit ſie auf den Metallen aufliegen, mittelſt eines Pinſels mit der anzuwendenden Feuchtigkeit genetzt, und ſtehen mit einem dreiviertel Zoll breiten trocknen Rande, über die Metall-

*) Ich brauchte bisher Platten von *Silber*, (abgeführte halbe Laubthaler,) *Kupfer*, (aus Kupferſtecherplatten geſchnitten,) *Meſſing*, *Zinn*, *Blei*, *Eiſen*, *Schriftgieſsermetall* und *Zink*, in ſehr verſchiednen Combinationen. R.

**) Ich ziehe die Pappe dem Tuche und Leder vor, weil naſs auch ſie gut leitet, und da ſie ſteiſer iſt, die Feſtigkeit des Apparats befördert. Auch kann man dieſe dünnere Pappe länger als die gewöhnliche ſtarke brauchen. R.

tallplatten hervor. Hierdurch gewinnt die Säule an Festigkeit, und das Nasswerden der Glasröhre wird vermieden. Die Batterie selbst errichte ich auf die von Ritter angegebene, jeder Forderung allein genügende Weise. *) Ihr Schema ist $SH + x(SZH) + Z$, wenn S Silber, Z Zink, (oder zwei beliebige in ähnlichem Oxydations-Verhältnisse stehende Metalle,) H aber den feuchten Leiter, (Humidum,) bedeutet. **) Nie aber lasse ich eine nur einigermasen starke Batterie aus einer einzigen, die gesammten Plattenpaare fassenden Säule bestehen. Sie wird hierdurch zu hoch; ist ihrer Höhe und Schwere wegen nur mit Schwierigkeit von einem Orte zum andern zu bringen; die Last der obern Platten drückt zu stark auf die tiefer geleg-

*) Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 357 folg. R.

**) Schliesst man durch feuchte Körper, z. B. nasse Finger, Zunge u. s. w., so können das S und Z an den Polen jedes beliebige Metall seyn. Vereinigt man aber beide Pole durch Metalle, so sollte eigentlich, wenn unten S liegt, auch oben S, und das schliessende Metall selbst S seyn, weil sonst durch diese Schliessung die volle Wirkung der Batterie um die Action von einem $HSZH$ geschwächt wird, das dann durch die Endplatten S und Z in entgegengesetzter Lage mit den übrigen Ketten der Säule gebildet wird. Ich erwähne dieses, um mich zu rechtfertigen, wenn ich statt des schliessenden Z eine Endplatte von Kupfer nehme. R.

nen Pappen; und ihr Gebrauch ist, da die Pole sich in vertikaler Linie befinden, bei den meisten Versuchen mit mehrern Unbequemlichkeiten verknüpft. Ich theile sie daher in zwei gleiche Schenkel, $SH + \frac{1}{2}x\ (SZH)$, und $Z + \frac{1}{2}x\ (HZS.)$ Beide ruhen, jener mit S, dieser mit Z, auf ihren eignen Gestellen, um beliebig einander genähert, oder von einander entfernt werden zu können. Ein Stab von Zink oder Silber verbindet die obern Pole, und vereinigt dadurch beide Säulen zu *einer* Batterie, zu $SH + x\ (SZH) + Z$, deren ungleichnamige Pole *) sich nun in horizontaler Linie befinden.

Dieses von meinem Apparate, **) in so fern ich es zur Erläuterung einiger weiter unten vorkommenden Stellen für nöthig hielt. Jetzt zu den *Versuchen* selbst.

Schon im Mai dieses Jahres, wo ich, um Versuche in Rücksicht der Polarität der Säule anzustel-

*) Eigentlich sollten wohl die jetzt sogenannten Pole *Endpole* heissen, da eigentlich jede Batterie doppelt so viele Pole als wirksame Ketten aufzuweisen hat. *R.*

**) Mit Freuden trage ich hier zu dem gebührenden Lobe der von Herrn Tauber, Inhaber des hiesigen physikalischen Magazins, verfertigten galvanischen Apparate mein Schärflein bei. Die von ihm erfundnen medicinisch-galvanischen Etuis sind vollständig, nett und bequem; ich empfehle sie jedem. *R.*

len, Batterien von 80 (*SHZ*) errichtet hatte, beobachtete ich, daſs an *S* Oxygen, an *Z* Hydrogen entbunden wurde. Da zu befürchten war, daſs man deshalb die Behauptung Volta's, die Kette beſtehe aus zwei heterogenen feſten Leitern, die einen feuchten Leiter einſchlieſsen, miſsverſtehn, und dieſem Miſsverſtändniſſe zufolge *SHZ*, auch in ungeſchloſsnem Zuſtande, für die Grundkette der Säule annehmen, und nach ihr die Pole beſtimmen werde; ſo nahm ich mir ſchon damahls vor, durch Verſuche zu zeigen, daſs der Contact heterogener Metalle, (welcher in *SHZ* fehlt, ſo lange man nicht durch Metall ſchlieſst,) es ſey, was eigentlich die galvaniſche Action begründe, und daſs daher die Wirkſamkeit der Batterie von dieſem Contacte ausgehen müſſe. *) Für mich war dieſes erwieſen, ſeitdem Fabroni, **) Aſh, ***) Humboldt ***) und Ritter *****) gezeigt hatten, wie ſehr dieſer Contact den Oxydations-Prozeſs erhöhe, und ſeit-

*) Daſs dieſes nicht allein von Metallen, ſondern von allen feſten, in gleichem Verhältniſſe ſtehenden Leitern gelte, verſteht ſich. *R.*

**) von Crell's *chemiſche Annalen*, 1795, S. 503. *Annalen der Phyſik*, B. 4, S. 428 folg. *R.*

***) von Humboldt *Verſ.*, B. 1, S. 472 folg. *R.*

****) Angef. Schrift, B. 1, S. 474 folg. *R.*

*****) *Annalen der Phyſik*, B. 2, S. 80 folg. — Ritter's *Beiträge*, B. 1, St. 2, S. 250 folg. *R.*

dem Volta *) und Cavallo **) den Einfluſs dieſes Contacts auf die electriſchen Erſcheinungen dargethan hatten. Dieſe letztern bewieſen durch Verſuche, daſs von zwei ſich berührenden heterogenen Metallen, das dem Sauerſtoffe näher verwandte, *poſitive*, das den Sauerſtoff weniger anziehende, *negative* Electricität erhalte; Beobachtungen, welche Ritter an den die Pole repräſentirenden Endplatten der von ihm errichteten Batterie unumſtöſslich bewies, ***) und hierdurch ſchon den Nicholſonſchen Polen ihre Rechte für immer ſicherte. Doch ich erfuhr bald, daſs dieſes alle andere, nicht ſo wie mich, zu überzeugen vermochte. Was ich fürchtete, geſchah; man räumte der Batterielage *SHZ* die Vorrechte der Grundkette ein, und glaubte an *S* den Oxygen-, an *Z*

*) In den Briefen an Vaſſali in Gren's *neuem Journal der Phyſik*, B. 2, S. 143, 167; und in dem zweiten Briefe an Gren in d. *n. Journal*, B. 4, S. 101 folg., 128 folg. *R.*

**) *Vollſt. Abhandl. d. Electricität, vierte Ausgabe*, 1797, B. 2, S. 346 folg. Cavallo's Verſuche ſind in der That merkwürdig. Er lieſs auf ein iſolirtes Metallſtück ein heterogenes Metall, das bald von gleicher, bald von erhöhter Temperatur war, aus der Hand herabfallen, und erhielt ſo, mittelſt des Duplicators, am Electrometer Spuren verſchiedner Electricitäten. *R.*

***) *Annalen der Phyſik*, B. 8, S. 209 folg., 386 folg. Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 497 folg. *R.*

den Hydrogenpol gefunden zu haben. So war die Nothwendigkeit eingetreten, durch Versuche zu beweisen, was von Niemand eigentlich hätte bezweifelt werden sollen; und so wurde denn hierdurch auch dieser Aufsatz veranlaſst.

I.

Wenn galvanische Action mit dem Contacte heterogener Stoffe beginnt, so müssen sich auch in der ungeschlossnen Kette, worin dieser Contact statt findet, Spuren derselben zeigen, und zwar auch durch *Modification des Oxydations-Prozesses*, da dieser Prozeſs, den Beobachtungen zufolge, durch die galvanische Action so sehr erhöhet wird. — Diese Ueberlegung veranlaſste mich, feste und flüssige Leiter in allen möglichen Combinationen über einander zu schichten. So lieſs ich sie 20 bis 24 Stunden ruhig in der Stube an einem, vor den Sonnenstrahlen geschützten Orte unter Glasglocken stehen. Die Resultate, welche ich erhielt, waren folgende, wobei, wie oben, *S* Silber, *K* Kupfer, *Z* Zink, und *H* den feuchten Leiter bedeutet:

1. Als *H* ein Tropfen *destillirtes Wasser* war: — *SH* gab kein, *KH* wenig, *ZH* ungleich mehr Oxyd. — Dasselbe findet statt bei *HSH*, *HKH*, *HZH*; Erscheinungen, welche die Chemie schon längst als entschieden angenommen hatte.

2. *S*, *K* und *Z* waren Platten mit Haken, die an der Spitze abgerundet waren, und berührten sich nirgends. Der Wassertropfen befand sich zwi-

schen den beiden Haken und berührte beide. — Um den Haken von *Z* findet sich eine beträchtliche Menge reines weiss-grauen Oxyds in concentrischen Ringen; an *K* äusserst wenig; an *S* nichts davon.

3 *SZH* und *KZH* gaben auf *Z*, wo es an *H* gelegen hatte, viel, dem in 2 gleiches Oxyd. *ZSH* lieferte keines; *ZKH* äusserst wenig Oxyd.

4. *Pappe*, mit destillirtem Wasser getränkt, gab dieselben Resultate; nur dass *H* jetzt mit *Z* so fest zusammenhing, dass beide nur mit Gewalt getrennt werden konnten. *HZSH* gab bloss an *Z*, da, wo es mit dem berührenden *H* zusammenhing, Oxyd.

Als H ein Tropfen gesättigter Kochsalz-Auflösung war, *) bemerkte ich:

5. auf *ZH* schon nach 2 Stunden so viel Oxyd, als ich auf *KH* erst nach 24 Stunden fand. Auf *SH* sah ich keins, wohl aber war das Kochsalz in regelmässigen Krystallen angeschossen. Das Oxyd auf *Z* war weissgrau, und aus parallelen Ringen zusammengesetzt; das auf *K* hatte eine blaugrüne Farbe und zeigte Salzkrystalle.

6. *SHZ* und *KHZ*, wo *S*, *K* und *Z*, wie in 2, Hakenplatten waren, liessen schon nach zwei Stunden vieles weissliches Oxyd an *Z* bemerken; an *S*, selbst nach 24 Stunden, äusserst wenig; an *K* etwas mehr.

*) Zu diesen, so wie zu allen weiter unten erwähnten Auflösungen, wurde destillirtes Wasser genommen. *R.*

7. *SZH* und *KZH*. Schon nach 2 Stunden sehr bemerkbares, nach 20 Stunden vieles weißsgraues Oxyd auf *Z*. An Menge übertraf es bei weitem das in 3 vorhandne; auch war es in engere Kreise zusammengezogen und mit einem erhabenen Rande umschlossen. Krystalle sah ich nicht.

8. *ZSH*, *ZKH*. Jenes gab nach 20 Stunden eine höchst unbedeutende, dieses eine etwas größere, doch immer um vieles kleinere Oxydmenge, als sich auf *KZH* vorgefunden hatte. Auf *ZSH* wie *ZKH* hatte sich das Kochsalz krystallisirt; bemerkenswerth war es, dass das Oxyd auf diesem eine apfelgrüne, das auf *KH*, (5,) eine blaugrüne Farbe hatte, da doch beide *K* von derselben Kupferplatte, so wie beide *H* von derselben Auflösung genommen waren, und bei beiden Versuchen völlig gleiche Umstände obwalteten.

Wenn *H kochsalznasse Pappe* war, erhielt ich bei gleicher Vorrichtung dieselben Resultate, wie in 5—8; nur dass dann die Krystallisation des Salzes und der Farbenunterschied in den Oxyden weniger deutlich waren. Constant hing *H* an *Z*, nie, oder doch nur leise, an *S* oder *K* an.

9. *HSZH*, *HKZH*. Viel Oxyd auf der mit *H* im Contacte gewesenen Fläche von *Z*; beide fest zusammenhängend; an *S* sehr wenig, an *K* etwas mehr Oxyd; *K* mit seinem *H* nur leise zusammenhängend.

10. *SZHZ*, *KZHZ*. In beiden nach 22 Stunden, *ZHZ* wie zusammengekittet; doch hing *H*

mit dem *Z*, das auf *S* oder *K* gelegen hatte, inniger, als mit dem andern zusammen, welches nur allein mit ihm im Contacte gewesen war; auch war jenes stärker oxydirt, als dieses. *S* wie *K* zeigte keine Spur von Oxydation.

11. *ZSHS*, *ZKHK*. Beide *K* waren etwas oxydirt, und zwar, wie es schien, das obere mehr als das auf *Z* liegende. Bei *S* zeigten sich blos an dem obern einige, obschon schwache Spuren von Oxyd. Nirgends Zusammenhang mit *H*.

12. *ZSHZ*, *ZKHZ*. Das meiste Oxyd in dem obern, auf *H* liegendem *Z*. Etwas, jedoch wenig, an *K*, wo es mit *H* in Berührung war. An *S* keines. *H* mit seinem *Z* zusammenhängend.

13. *SZHS*, *KZHK*. *Z* beträchtlich oxydirt und an *H* hängend; an keinem *S* Spur einer Oxydation; blos das obere *K* war, wo es an *H* lag, schwach oxydirt.

14. *HZHK*, *HKHZ*. In beiden waren die Metalle da, wo sie mit *H* in Berührung standen, oxydirt; jedoch *Z* weit stärker als K. *)

15. *HKHZH*. *Z* hing mit beiden *H* gleichmäfsig zusammen und war an beiden Flächen ziemlich gleich oxydirt.

*) Ich übergehe, um nicht zu weitläufig zu werden, in Zukunft alle mit *S* zusammengesetzten Formen, da von ihnen dasselbe gilt, was wir in den mit *K* construirten bemerken. Wo *K* etwas Oxyd zeigte, fand sich davon an *S* fast keine Spur. *R.*

16. *KHZKHZ.* Beide *Z* waren an den auf *H* liegenden Flächen, in gleich beträchtlichem Grade oxydirt; das untere *K* zeigte mehr Oxyd, als das, welches mit *Z* in Berührung gewesen war, jedoch, wie immer, nur auf den an *H* gränzenden Seiten. Das *K* berührende *Z* hing fest an seinem *H*.

17. *KZHKZH.* Hier war nur das mit *H* in Berührung gewesene *K*, wiewohl sehr wenig, oxydirt. An beiden *Z* zeigte sich, wo sie an *H* gelegen, eine beträchtliche Menge Oxyd, an dem untern jedoch noch mehr, als an dem obern. Uebrigens war alles wie bei dem einfachen *KZH*.

18. *ZKHZKH.* Unteres *K* weniger, als oberes, oberes *Z* allein oxydirt; dieses auch mit *H* zusammenhängend.

19. *HKZHKZH.* Alle an *H* gelegenen Metallflächen oxydirt, vorzüglich die von *Z*, deren jedes an seinem *H* hängt. Uebrigens schien das untere *K* mehr als das obere, das obere *Z* hingegen weniger, als das untere oxydirt zu seyn.

20. *HKZHZKH* gab, als aus zweien sich entgegengesetzten *HKZH* bestehend, in jedem derselben, das in 9 bereits angeführte.

21. Wurde in 2 und 6 die *Kette geschlossen*, so dass die Metalle nun in wechselseitige Berührung kamen, so fand ich den Oxydations-Prozess an *Z* verstärkt, an *K* und *S* unbemerkbar. Dasselbe galt für alle Formen, wo heterogene Metalle im Contacte sich befanden. Fehlte dieser, so wurde auch

die Oxydation durch Schliefsung der Kette nicht in diesem Grade modificirt.

22. Eine Säule von 120 Lagen Silber und Zink, ohne feuchten Leiter, (120 *SZ*,) zeigte nach 72 Stunden keine Spur von Oxydation; auf Zunge und Froschschenkel wirkte sie mit der Stärke der einfachen Kette. *) Daffelbe galt für jede, aus Metallen allein bestehende Säule, diese mochten noch so verschiedenartig gewählt, und auf jede nur beliebige Art zusammengeschichtet seyn.

Aus den bisher erzählten Versuchen, glaube ich folgende Schlüsse ziehen zu dürfen:

a. Jedes mit einem feuchten Leiter im Contacte befindliche Metall oxydirt sich, nach den bekannten chemischen Gesetzen, (1, 5.)

b. Zwei heterogene sich nirgends berührende Metalle oxydiren sich, wenn sie einen feuchten Leiter einschliefsen, in demselben Grade, als wenn jedes derselben einzeln mit ihm in Contact ist. (2, 6, 14, 15.)

c. Zwei heterogene, in wechselseitigem Contacte stehende Metalle modificiren in Berührung mit einem feuchten Leiter den Oxydations-Prozefs; und zwar erhöhen sie ihn, wenn das oxydirbarere, und vermindern ihn, wenn das minder oxydirbare Metall den feuchten Leiter berührt. (3, 7, 8.) Sind

*) Weil hier Frosch und Zunge die Stelle des feuchten Leiters vertreten. *R.*

beide Metalle mit ihm verbunden, so wird beides, jedes an seinem Orte bemerkbar. (4, 9.)

d. Alles in c Vorgetragene findet sich bei geschlossner Kette in ungleich höherm Grade; doch müssen in ihr zwei heterogene Metalle irgendwo in wirklichem Contacte vorhanden seyn; fehlt dieser, so fehlen zugleich die eben angeführten Phänomene. (21.)

e. Bei Metallen, (wahrscheinlich auch bei allen übrigen festen Leitern,) die ohne Dazwischenkunft eines feuchten Leiters über einander geschichtet sind, findet keine Spur von Oxydation statt. (22.)

f. Aus der Flüssigkeit des feuchten Leiters, der mit zwei in Conflict befindlichen Metallen in Berührung steht, wird auf der Fläche, welche an dem oxydirbarern Metalle liegt, Sauerstoff, auf der entgegengesetzten Fläche Wasserstoff entbunden. Einem mit dem minder oxydirbaren Metalle verbundenen feuchten Leiter geschieht das entgegengesetzte von diesem. In geschlossner Kette wird alles dieses in weit höherm Grade bemerkbar. *)

*) Dies beweist Folgendes: α. wenn der feuchte Leiter das oxydirbarere Metall berührt, so oxydirt sich dieses stärker, als es geschieht, wenn es, ohne mit einem andern Metalle in Contact zu seyn, an der Feuchtigkeit liegt. β Das schwerer oxydirbare an den feuchten Leiter gebracht, oxydirt sich weniger, als wenn es ohne Verbindung mit einem andern, mit einer leitenden Flüssigkeit in Conflict gesetzt wird. γ. Wenn in α

II.

Alles dieſes lehrte uns die anorganiſche Natur. Die *organiſche* beſtätigt ihre Ausſagen. Zwar brauchte ich deshalb nur auf die Ritterſchen Verſuche zu verweiſen; doch Sie wiſſen, was in unſern Tagen alles bezweifelt worden iſt und bezweifelt wird. Auch wünſchte ich, eine, wo möglich, kategoriſche Entſcheidung deſſen, was der alleinige Gegenſtand dieſer Blätter iſt. Ohne ſie iſt es unmöglich, Einheit

mit der Fläche des feuchten Leiters *H*, welche der im Contacte begriffnen entgegengeſetzt iſt, ein Metall in Berührung gebracht wird, ſo oxydirt es ſich weniger, als es nach dem einfachen chemiſchen Geſetze geſchehen ſollte. δ. Das Gegentheil erfolgt, bei gleichen Umſtänden, in den Vorrichtungen β, (3, 4, 7—13, 16—20.) ε. Die Entbindung des Oxygens an *Z*, des Hydrogens an *S* oder *K*, zeigt ſich am deutlichſten, wenn man die Ketten 2, 6 wie 21 ſchlieſst; (ſie werden hierdurch = 3, 7, 8, wenn auch dieſe geſchloſſen ſind.) Denn, wenn man hier die Haken der Platten ſo weit nähert, daſs den Haken von *S* oder *K* die um die Spitze von *Z* geſammelten oxydhaltigen Kreiſe treffen ſollten, ſo weichen dieſe, da, wo ſie den Wirkungskreis von *S* oder *K* berühren, gleichſam zurück, und ſind an dieſer Stelle wie eingebogen. — Bemerken muſs ich hierbei, daſs alle dieſe Verſuche einen geübten Experimentator, und die gröſste Reinlichkeit und Genauigkeit erfordern, um reine Reſultate zu liefern. — Noch mehrere beweiſende Verſuche werden ſich unten finden. *R.*

in die galvanischen Versuche zu bringen, und in dieser Hinsicht verdient diese zweite Reihe von Versuchen immer einige Aufmerksamkeit.

Bei gleichbleibender Bedeutung der Buchstaben *S*, *K*, *Z* sey jetzt *H Pappe mit destillirtem Wasser* oder *Kochsalz - Auflösung* getränkt; das Reagens ein *im höchsten Grade reizbarer*, *) auf die gewöhnliche Art *präparirter Froschschenkel*. Hier finden Sie

1. nie Zuckungen, wenn Sie Nerven oder Muskel auf ein beliebiges Endglied der nicht zur Kette geschlossnen Formen, I, 1 bis 20, legen; ich blieb selbst zweifelhaft, ob hier die Stimmung der Reizbarkeit modificirt werde, oder nicht. **)

2. Schliesst der an die Metalle geschobne Schenkel in *SHZ* oder *KHZ* die Kette, so zeigt sich nie die entfernteste Spur von Zuckung.

*) Z. B. ein Schenkel, welcher zuckt, wenn der Muskel auf den Nerven zurückgebogen wird, oder worin homogene Metalle Zuckungen hervorzubringen vermögen. *R.*

**) Hierher gehören die von Humboldt zuerst angestellten, von Keutsch eben so glücklich wiederhohlten Versuche ohne Kette, (v. Humboldt's *Vers.*, B. 1, S. 43 folg., 487, und meine *Dissertat. de Galvanismo*, Spec. II, p. 2 folg.) Dass der oft nicht eintretende Erfolg bloss dem Mangel an gehörig reizbaren Individuen, als Reagentien für diesen Grad von Action, beizumessen ist, erhellt daraus, dass, wie ich weiter unten zeigen

3. Schliesst er dagegen die Form *HSZH* *) zur Kette, so fehlen die Zuckungen nie. Sie waren

werde, die Versuche an den Polen der Batterie sehr leicht gelingen. *R.*

*) Auf diese Grundformen kommen *SZH* und *ZSH* zurück, wenn man sie mittelst des feuchten Froschschenkels, (= *H*,) zur Kette schliesst, da dann, wie jeder einfache galvanische Versuch zeigt, feuchte Pappe gänzlich fehlen kann, deren Stelle das feuchte Organ vertritt. Behielt ich dennoch feuchte Pappe bei, und das Organ kam unmittelbar darauf zu liegen, so war sie bloss mit destillirtem Wasser getränkt, um allen möglichen Einwürfen, z. B. der modificirten Reizbarkeit u. s. w., möglichst auszuweichen. Eben deswegen brachte ich nie, wenn *H* = kochsalznasser Pappe war, das Organ auf diese selbst; sondern legte zwischen beide ein dem homogenes Metall, das die untere Fläche berührte, so dass z. B. *HSZH* in *SHSZHZ* umgeändert wurde. — Noch glaube ich folgenden Versuch hier erwähnen zu müssen. In einer Silber-Zink-Batterie von 15 Lagen, (14 . *SZH* + *SZ*,) wo anstatt der Pappen frische Froschschenkel zwischen den Metallen lagen, um so *H* zu repräsentiren, *zuckte keiner*, so oft ich auch die Kette durch Vereinigung der Pole schloss. Schloss ich von einem beliebigen Pole nach einem *H*, so zuckte dieses, und zwar dieses allein. Vereinigte ich die Pole durch einen Froschschenkel, so gerieth dieser in convulsivische Bewegungen, indess die in der Batterie befindlichen sämmtlich in tiefster Ruhe blieben. Bei der Anstellung dieses Versuchs ist es nöthig,

hauptſächlich im Augenblicke der Schlieſsung ſtärker, wenn ich von *S* nach *Z*; ſchwächer, wenn ich von *Z* nach *S* ſchloſs, wogegen in dieſem letztern Falle die Trennungszuckungen bemerkbarer wurden. Die Kette: *Muskel, HSZH, Nerve*, verminderte; *Nerve, HSZH, Muskel*, erhöhte die Reizbarkeit des Organs. *)

Dieſe Erſcheinungen gewähren jedoch nicht die Organe der Bewegung allein; auch die der *Sinne* beſtätigen ſie auf das vollkommenſte. Ich wähle ſtatt aller das Organ des Geſchmacks.

4. Legen Sie alle in I, 1 — 20 aufgeführte Formen mit einem Ihnen beliebigen Ende auf eine trockne Glastafel, berühren Sie, ohne die Kette zu ſchlieſsen, das entgegengeſetzte Ende mit der Spitze der Zunge, und Sie fühlen, Sie ſchmecken nichts.

5. Nehmen Sie *SHZ*, gleichviel mit *S* oder *Z*, in Ihre (am beſten mit Salzauflöſung) angefeuch-

darauf zu ſehen, daſs kein oberes *H*, (= Froſchſchenkel,) ein tiefer gelegnes berühre; ich vermied es, indem ich ſie da, wo ſie über die Metallplatten hervorragten, in geräumige, an beiden Seiten offne Glasröhren faſste, die 1 — $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge hatten. Dieſe Batterie war ſo wirkſam, als eine, die aus gleicher Anzahl Platten, mit kochſalznaſſer Pappe aufgerichtet war. R.

*) Schwerlich würde ich dieſes letztere Phänomen, mit Grapengieſser, aus der Gradation der Reize allein erklären. (S. deſſen Schrift: *Verſuche, den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden*, Berlin 1801, S. 81 folg.) R.

tete Hand, schliefsen Sie oben mit der Spitze der Zunge; und Sie haben weder Gefühl noch Geschmack. Berühren Sie nun mit der andern ebenfalls angefeuchteten Hand *Z* mit einem Stücke *S*, oder dieses mit einem Stücke *Z*; und sogleich haben Sie im Augenblicke des Contacts, wenn *Z* an der Zunge liegt, den sauren, wenn *S* sich daran befindet, den alkalischen Geschmack. *)

6. *HSZH*, oder das ihm gleiche *SHSZHZ*, entweder durch Zunge allein, oder durch diese und feuchte Hand geschlossen ist, wie aus 5 folgt, activ, mit den angegebenen Nüancen.

Doch wozu soll ich Sie länger mit Erzählung von Versuchen ermüden, die Ihnen nicht neu seyn können, **) und, aufrichtig gesprochen, mir selbst, als ich sie anstellte, wenig Freude gewährten, da sie, (deren Erfolg ich jedes Mahl voraussagte,) nur zur Bestätigung mir längst bewiesener Thatsachen dienen konnten. Dennoch glaubte ich der guten Sache diese Geduld schuldig zu seyn, und so unternahm

*) Dafs hier, in *SHZ*, die Zunge die Stelle von *H* vertreten könne, brauche ich nicht zu erinnern; nur dafs man hier durch feuchte Leiter schliefsen mufs, um den Contact der Metalle zu vermeiden. *R.*

**) Sie lassen sich gröfstentheils aus dem folgern, was Volta, (*n. Journal der Physik*, B. 2, S. 141 folg., B. 4, S. 107 folg.,) und Ritter, (*Beweis u. s. w.*, an mehrern Orten, vorzüglich §. 9,) lehrten. *R.*

nahm ich für sie, was ich für mich nie gethan haben würde. Jetzt verlassen wir sie, überzeugt, dass

a. keine, wenigstens für uns bemerkbare galvanische Action in Ketten sich zeige, die aus Metallen *allein* bestehen;

b. dass *Ein* Metall und *Ein* feuchter Leiter sie eben so wenig hervorbringt;

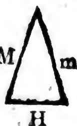
c. dass sie eben so in Ketten aus zwei heterogenen Metallen und einem feuchten Leiter fehlt, wenn sich die Metalle nicht wechselseitig berühren;

d. dass sie sich dagegen in dieser Kette sogleich im Augenblicke des Contacts der heterogenen Metalle zeigt;

e. dass sie auch in ungeschlossner Kette, doch nur in niederm Grade, zugegen ist; indess sie

f. in geschlossner erhöht hervortritt.

g. Alles dieses berechtigt uns, festzusetzen: dass eine Kette, die wir aus zwei heterogenen Metallen, *M*, *m*, und einem feuchten Leiter, *H*, bilden, nur dann *wirksam* seyn könne, wenn die beiden Metalle, sich wechselseitig berührend, (eine nicht zu erlassende Bedingung,) beide zugleich mit dem feuchten Leiter im Contacte sind; wenigstens, dass sie so geschlossen in höherm Grade wirksam werde, und mithin nur die Kette, deren Bild ist, allein *die Grundkette*, *die Einheit der Voltaischen Batterie* genannt werden dürfe.*)



*) Ich sprach bisher blofs von Einer Gattung der festen Leiter, von den Metallen. Es wird nicht schwer seyn, das Gesagte von dem ganzen Ge-

III.

Aber noch dürfen wir die Acten nicht schliessen, dürfen es nicht, bevor wir den letzten dem halsstarrigen Zweifler übrig bleibenden Einwurf widerlegt haben. Zugegeben, dass die in II g aufgeführte Kette die wirksamere sey; zugegeben, dass wir bisher eine Spur galvanischer Action in der einfachen Kette II c mit unsern Reagentien auszumitteln nicht vermochten: wird dieses auch bei dem *Vielfachen dieser Kette* der Fall bleiben? Oder mit andern Worten: *wird bei zweckmässiger Zusammensetzung lediglich und allein* II g *die wirksame Batterie bilden, und* II c *nie etwas ihr ähnliches liefern?*

schlechte zu beweisen. Eben so redete ich nur von den bis jetzt bekannten Batterien, d. h. von denen, die aus zwei Metallen, (festen Leitern,) und einem feuchten Leiter bestehn. Es geschah aus leicht begreiflichen Gründen. Dass Ketten, wie sie Volta aus zwei feuchten und einem festen Leiter, (Metalle,) bildete, ebenfalls zur Batterie zusammengereihet werden können, haben mich neuere Versuche gelehrt, die ich in dieser Absicht anstellte. Dass jedoch auch diese Ketten, deren Form *HMh* ist, (wenn *M* Metall, *H* einen feuchten und *h* einen diesem heterogenen feuchten Leiter bedeuten,) dadurch auf *MmH* können zurückgebracht werden, dass man das homogene Metall durch die heterogenen Flüssigkeiten als in zwei heterogene *M*, *m* verwandelt annimmt, erhellt von selbst. (S. Volta in Gren's *n. J. d. Physik*, B. 2, S. 141 folg., und a. mehr. O.) *R.*

Auch hier müssen Versuche entscheiden; aber welche? Ich glaube, nur die, wo wir eine beliebige Anzahl einfacher Ketten mittelst eines Körpers zu einem Ganzen verbinden, welcher Galvanismus leitet, ohne bei seinem Eintritte in die Batterie galvanische Action, wenigstens in einigermaßsen beträchtlichem Grade selbst zu begründen. Dafs ohne diesen keine Ueberzeugung möglich sey, lehrt folgende Betrachtung. Der die einzelnen Kettenglieder verbindende Leiter sey *L*, und die Batterie einmahl in der Form *a*, *x*. (*MHmLMHm*), das andere Mahl in der Form *b*, *x*. (*MmHLMmH*) errichtet. Setzen wir nun *L* = *festem* Körper, also Metall oder diesem ähnlich,*) was entsteht? In *a* wie in *b* berührt *L* Metall, was wir doch in *a* vermeiden wollten. Es sey daher *L* = einem der gewöhnlichen *feuchten* Leiter; allein auch hier haben wir nichts gewonnen, da die in *a* fehlende Action die Unthätigkeit von *MHm* noch immer nicht erweisen würde. Wir erhalten nämlich jetzt in dieser Batterie statt einer, zwei verschiedne Ketten, die erste *MHm*, die zweite *mLM*. Die Actionen beider sind sich entgegengesetzt, und daher = 0, wenn *H* = *L*. Eben so wenig könnte Wirksamkeit in *b* für *HMmH* als Grundkette entscheiden; denn auch hier werden

*) Wir kennen bis jetzt noch keinen festen Leiter des Galvanismus, der nicht, auf Art der Metalle, galvanische Action neben seiner Leitung zugleich in beträchtlichem Grade begründete. *R.*

wir neben dieser die Kette *m H L M* == *m H M* vorfinden, ungewiss, ob diese, oder sie die Action eigentlich begründen. Hiermit wäre daher die Nothwendigkeit eines Leiters, wie der oben erwähnte, erwiesen.

Woher sollen wir aber einen solchen bloss leitenden Körper nehmen? — Darf ich meinen Versuchen trauen, so habe ich ihn im *höchst reinen völlig wasserfreien Alkohol*,*) gefunden. **) Hier diese Versuche selbst, denen ich einiges über frühere, in Rücksicht der Leitungsfähigkeit dieses Stoffs von mehrern Physikern gemachte Beobachtungen, vorausgeschickt haben würde, hätten sie mir nicht, wegen der Widersprüche, die sie enthalten, ***) zu

*) Das *Richtersche* Alkoholometer, (*Berlinisches Jahrbuch f. d. Pharmacie*, 1799, S. 88 folg.,) zeigte in dem Alkohol, dessen ich mich bei diesen Versuchen bediente, nicht die mindeste Spur von Wasser. Da er jedoch, wenn er noch so wasserfrei ist, neben seinem Carbon und Hydrogen 0,54 Oxygen enthält, so lassen sich hieraus mehrere, bei den Versuchen vorkommende Erscheinungen erklären. *R.*

**) Ich erinnere hier nochmahls an das, was S. 301, Anm., erinnert worden, um danach alle aus den hier vorgetragnen Versuchen gezogne Resultate zu beurtheilen. Gewiss trägt alles aus Materie Geformte mehr oder weniger zur Begründung galv. Action bei. *R.*

***) Die meisten dieser Widersprüche gründen sich wohl auf die verschiednen Grade der Reinheit

wenig entscheidend und zu weit von dem eigentlichen Zwecke dieser Blätter entfernt geschienen.

1. Von zwei, einen Zoll langen, mit höchst reinem Alkohol getränkten Stückchen Schwamm, brachte ich das eine mit dem Nerven, das andere mit dem Muskel eines sehr reizbaren Froschschenkels, und zugleich die beiden andern Enden der Schwammstückchen mit Zink und Silber in Berührung. Der Schenkel zuckte, so oft sich die Metalle entweder selbst berührten, oder durch ein drittes Metall verbunden wurden. Die Zuckungen schwiegen, wenn Alkohol oder ein anderer feuchter Leiter die Verbindung der beiden Metalle vermittelte. Fehlte eins der Schwammstücke, so daſs nun das eine Metall das Organ selbst berührte, so blieb dennoch der Erfolg derselbe. Ja, es konnte in diesem Falle, so lange das Organ auf einer höhern Stufe der Reizbarkeit stand, selbst das eine Metall entfernt werden, noch immer blieben die Zuckungen bemerkbar.*)

des Alkohols, vielleicht auch darauf, daſs man bald längere, bald kürzere Zeit damit in atmosphärischer Luft experimentirte. R.

*) Diese Versuche beweisen mehr, als wir hier von ihnen verlangten. Sie zeigen, daſs, bei $H =$ Alkohol, die Form *HSZH* wirksam, *HSHZ* unwirksam ist, und mithin dem Alkohol neben seiner leitenden Eigenschaft auch galvanische Thätigkeit zukomme. Nur der geringe Grad der Action kann daher seine Anwendung entschuldigen. R.

Dies war der Fall, wenn ſich Zink am Nerven, Alkohol am Muskel befand, und ſo beide ſich berührten; es geſchah nicht, wenn der Zink auch am Muskel dieſes Schenkels lag. Unwirkſam fand ich für dieſen Grad der Reizbarkeit die Ketten: *Nerve*, *S*, ♁, *Muskel*, und *Nerve*, ♁, *S*, (oder *Z*,) *Muskel*. *)

2. Die ſehr wirkſame Batterie *KH* + 60(*KZH*) + *K* **) war in 2 gleiche Schenkel getheilt. Ihre

*) In wie fern dieſer Verſuch mit den von Humboldt, (*Verſuche*, B. 2, S. 175, 342 folg.,) angeſtellten, ſo wie mit Fontana's Behauptung, daſs Alkohol nur auf die ſenſible Fiber wirke, (ſ. deſſen Schrift: *über das Viperngift*, an mehr. Orten,) übereinſtimme oder nicht, darf ich hier nicht unterſuchen. Es muſs zu der Entſcheidung der Frage gehören: ob gewiſſe Subſtanzen die Reizbarkeit unmittelbar, durch ſich allein, modificiren, oder ob dieſes Phänomen von einer ſtärkern, durch ſie begründeten, galvaniſchen Action abhängt. Ich habe hierüber eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, welche in der That das letztere, (wenn nicht vielleicht alles dieſes Galvanismus mit jenem coexiſtirend iſt,) beweiſen. Ihre Reſultate ſtimmen ziemlich mit dem überein, was Pfaff faſt zu gleicher Zeit beobachtete, (ſ. deſſen *Nordiſch. Archiv*, B. 1, St. 1, S. 17 folg.,) auch gehört der unten vorkommende Verſuch S. 331 hierher, wo der Hydrogenpol allein erhöhende Kräfte zeigte. Für was ſpricht dieſer? *R.*

**) *K* zu Anfang und Ende der Batterie waren zwei

obern ungleichnahmigen Pole wurden durch eine Zinkſtange; ihre untern Pole durch höchſt reine Golddrähte und eine mit waſſerfreiem Alkohol gefüllte und mit Kork verſchloſsne Glasröhre verbunden, *) in welcher die Spitzen der Drähte ⅓ pariſer Zoll von einander entfernt ſtanden. Es zeigte ſich keine Spur von Action, bis der mit *S* der Batterie verbundne Draht nach 4 Minuten anfing Spuren von Gasentwickelung zu zeigen. **) Das Gas ſtieg theils von der Spitze, theils, wiewohl in minder ſtarken Strömen, von zwei nach hinten gelegenen Stellen dieſes Drahts empor. ***) Jedoch verſchwanden dieſe letztern, ſo bald ich beide Drähte noch um ⅓ Zoll weiter von einander entfernte. Je-

der oben beſchriebnen Endplatten, ſo wie *H* kochſalznaſſe Pappe. *R.*

*) Sie faſste 1 Unze deſtillirtes Waſſer. Von gleichem Inhalte waren alle Röhren, deren ich mich bei den folgenden Verſuchen bediente. *R.*

**) Dieſes Zögern war bei der angegebenen Entfernung der Drahtſpitzen conſtant, fehlte aber, ſo oft der Cylinder Waſſer ſtatt des Alkohols enthielt, und iſt daher der ſchlechtern Leitung dieſes, nicht aber dem ſo oft vorkommenden Ausruhen der Batterie, (ſ. Grapengieſser's ang. Schrift, S. 22, 23,) beizumeſſen. Die Erklärung dieſes Phänomens gab Ritter, *Annalen der Phyſik*, B. 8, S. 445 folg., hauptſächlich S. 450, 458 bis 460, 468. *R.*

***) Dieſe Ströme waren regelmäſsig einer von dem andern ungefähr 4 — 5 Linien entfernt. *R.*

ner, dann allein noch übrige Strom war nach der Spitze des Zinkdrahts gerichtet, erreichte sie aber nicht, sondern stieg in der Entfernung einer Linie vor ihr in die Höhe. Der Zinkdraht gab während des allen weder von Gas noch von Oxyd eine Spur. Die Gasentwickelung war um sehr vieles schwächer, als die, welche Golddrähte in destillirtem Wasser darbieten; als ich aber 8 Tropfen destillirtes Wasser zu dem im Cylinder enthaltnen Alkohol tröpfelte, stieg die Gasentbindung augenblicklich bis vielleicht zum Sechsfachen ihrer vorigen Gröſse.

3. Ich verband die Schenkel der Batterie des vorigen Versuchs, sowohl an ihren obern als untern Polen, durch zwei sich völlig gleiche, mit reinem Alkohol gefüllte Gasröhren. In der obern befanden sich Drähte vom feinsten Silber, in der untern vom reinsten Golde; und ihre Spitzen waren in beiden ¼ Zoll von einander entfernt. Bald, (2 Minuten,) nach Schlieſsung der Kette fing der Hydrogendraht der untern Röhre an, Gas, wie in 2, zu geben. Der obere schwieg noch immer. Erst nach 4 Minuten begann sein Oxygendraht sich an der Spitze zu schwärzen; vom Hydrogendrahte stiegen nur selten einzelne Bläschen auf. So lieſs ich den Apparat 9 volle Tage ruhig stehen, indeſs ich nur von Zeit zu Zeit die Spitzen der Drähte, zuletzt bis auf ¼ Linie, einander näherte. Diese ganze Zeit hindurch dauerte der Prozeſs ununterbrochen fort. Ich bemerkte während desselben: *α*. daſs von dem

Oxygendrahte der untern Röhre auch nicht ein Gasbläschen aufſtieg, indeſs ſich am Hydrogendrahte ununterbrochen Gas entwickelte; β. daſs an dem Hydrogendrahte des obern nur äuſserſt ſelten ſich einige Gasbläschen zeigten; wogegen die Spitze des Oxygendrahts ſich hier, ohne eine Spur von Gas zu geben, ſchon zwei Stunden nach Schlieſsung der Kette ſo ſtark mit Oxyd bedeckt hatte, daſs der Weingeiſt ſich hiervon dunkelbraun färbte. γ. Alles dieſes dauerte bis am 9ten Tage fort, an welchem die Batterie gänzlich erſchöpft zu ſeyn ſchien. δ. Auf dem Boden der untern Röhre fand ich einzelne ſchwarze Stäubchen, übrigens aber den Alkohol völlig rein und gefärbt. Er war faſt zur Hälfte verzehrt, und ſtatt ſeiner fand ſich im obern Theile der Röhre eine ſehr groſse Gasblaſe, die ſich am Lichte mit einer blauen Flamme, ohne alles Geräuſch entzündete. Der Hydrogendraht war völlig rein, der Oxygendraht aber an der Spitze ungefähr 1 Linie weit ſchwarz angelaufen. ε. Der Weingeiſt des obern Cylinders war beinahe undurchſichtig und ſchwarzbraun, faſt ſchwarz von Farbe. Es hatte ſich nur wenig davon verzehrt, und die erzeugte Gasblaſe war beſtimmt zehnmahl kleiner, als die des untern Cylinders. Es gelang mir nicht, ſie an der Flamme anzuzünden. Der Hydrogendraht war rein und metalliſch glänzend, der Oxygendraht hingegen faſt ganz, (vorzüglich ſtark am vordern Ende,) mit ſchwarzem kohlenſtaub-ähnlichen Oxyd überzogen, welches ſich in Säulen, die von vorn

nach hinten zurückgebogen waren, um ihn herum gesammelt hatte; auch fand sich dieses Oxyd in nicht unbedeutender Menge, doch in minder regelmäfsigen Gestalten unter diesem Drahte, auf dem Boden des Gefäfses. ζ. War die Wirksamkeit der Batterie noch nicht zu tief gesunken, so empfand ich jedes Mahl einen, wiewohl schwachen Schlag, wenn ich, während die Kette durch die Röhren mit Alkohol geschlossen blieb, zwei ungleichnahmige Pole mit kochsalznassen Fingern berührte. Doch dauerte auch während dieser zweiten Schliefsung der Prozefs an den Drähten ununterbrochen fort.

4. Die Batterie $SH + 20\ (SZH) + S$ wurde in möglichster Eil errichtet. H war Pappe mit reinem *Alkohol* auf beiden Seiten reichlich befeuchtet; an beiden Endpolen befanden sich grofse Platten. Ich schlofs mit nassem Finger und Zunge, ohne den geringsten Erfolg; und in dem höchst reizbaren Schenkel eines so eben getödteten Frosches, mit dem beide Pole verbunden wurden, war keine Spur von Zuckung zu entdecken, obgleich homogene Armaturen in ihm Zuckungen hervorzubringen vermochten. Nach 10 Minuten fand sich zwar etwas Thätigkeit in dieser Säule ein, so dafs sie Bewegungen im Schenkel hervorbrachte; doch waren diese minder lebhaft, als sie die einfache Kette: *Nerve, Messing, Kupfer, Muskel*, erzeugte, und Geschmack liefs sich auch jetzt nicht, so wenig als späterhin entdecken. Besonders merkwürdig war aber diese Batterie wegen der so verschiednen Thätigkeit ihrer

Pole, indem sich ihr Hydrogenpol fast allein und in solchem Maaſse wirksam zeigte, daſs man, im Vergleiche mit ihm, die Action des Zinkpols füglich = o setzen konnte. Hier der Beweis. Ich lieſs den Schenkel eines Frosches einige Minuten auf der Endplatte des Hydrogenpols ruhn; er zuckte nun, (was vorher nie der Fall gewesen war,) so oft ich ihn mit der Hand aufzuheben versuchte und so den Contact trennte. Wurde er aufgehoben und frei in der Hand gehalten, so erfolgten Zuckungen, so oft mit ihm die Hydrogenplatte berührt wurde; *) bei nachmahliger Trennung erschienen die Zuckungen in noch höherm Grade, selbst bei homogenen Armaturen, Convulsionen ähnlich. **) Ich brachte

*) Bemerkenswerth ist es, daſs bei diesem Versuche die Reizbarkeit des Muskels weit mehr, als die des Nerven erhöht wurde. Die Zuckung war nämlich heftiger, wenn die Muskeln, als wenn der Nerve diesen Pol berührte. Ist dieses am Hydrogenpole immer der Fall? *R.*

**) Diesen Versuch kann man zu denen *ohne Kette*, (oben, S. 302,) zählen. Sie gelingen an den Polen nur einigermaſsen beträchtlicher Batterien sehr gut; man bekömmt dann am Hydrogenpole bei der Trennung, am Oxygenpole bei der Schlieſsung, die stärkere Zuckung. — Eben so lassen sich die Atmosphären, (Dampfleitung,) frischer thierischer Organe, (von Humboldt's *Vers.*, B. 1, S. 82, 213—234; meine *Dissert.*, *Specim. I*, p. 69 folg.,) sehr gut an den Endpolen wirksa-

ihn jetzt in seine vorige Lage zurück; nach 6 Minuten Ruhe fing er an freiwillige Zuckungen zu äussern, die anfänglich in längern, nachher in kürzern Intervallen periodisch wiederkehrten und an Lebhaftigkeit zunahmen. — Nichts von diesem allen erfolgte, wenn ich diesen oder einen andern, noch keinem Versuche unterworfnen Schenkel an den Zinkpol brachte; dieser Pol schien auf die Reizbarkeit des Schenkels nicht den geringsten Einfluss zu haben, und überhaupt völlig kraftlos zu seyn. *) Selbst bei der grössten Nähe der Drähte in einem Gasapparate gab die Batterie keine Spur einer Gasentwickelung, und nach $1\frac{1}{2}$ Stunden hatte sie alle Thätigkeit, auch am Hydrogenpole verloren. Ich nahm sie nach 24 Stunden aus einander, fand aber

mer Batterien zeigen. Man bemerkt Oscillationen des an dem einen Pole hängenden Froschschenkels, so bald sich ihm der andere bis zu einer gewissen Entfernung genähert hat. Wird diese überschritten, so gehen sie in wirkliche Zuckungen über. *R.*

*) Dies war nicht der Fall, als ich eine gleiche Batterie mit Weingeist, welcher $\frac{1}{23}$ Wasser enthielt, aufbauete. Ihr Oxygenpol deprimirte allerdings die Reizbarkeit thierischer Organe. Sie war im Ganzen wirksamer, als die erstere, wirkte jedoch nur wenig auf die Zunge, und blieb nur 3 Stunden thätig. Ihre Metallplatten zeigten etwas Oxyd, wiewohl in äusserst unbedeutender Menge. *R.*

weder an den Metallen die geringſte Spur einer Oxydation, noch an den Pappſcheiben *) die mindeſte Veränderung.

So hatten nun dieſe Verſuche, (1 — 4,) es erwieſen, daſs *höchſt reiner Alkohol* allen den Forderungen entſpreche, welche wir S. 323 an dem Körper, der zur Verbindung der einzelnen Glieder unſrer Batterie beſtimmt iſt, zu machen berechtigt waren. Das, was ich ſuchte, war demnach gefunden, und ich konnte nun zu folgenden Verſuchen ſchreiten:

5. 15 Schichten *SHZ* **) wurden auf einer völlig trocknen Glastafel neben einander gelegt, ſo daſs die erſte mit *S*, die zweite mit *Z*, die dritte wieder mit *S*, die vierte mit *Z* u. ſ. w. darauf ruhete. Zoll-lange mit reinem Alkohol getränkte Stückchen Schwamm verbanden das *S* der erſten mit dem *Z* der andern, das *S* dieſer mit dem *Z* der dritten Kette u. ſ. w., um ſo, wenn *A* den mit Alkohol genäſsten Schwamm bedeutet, die Batterie 14 (*SHZA*) + *SHZ* zu bilden, welche nur dadurch von jeder andern aus *SHZ* zuſammengeſetzten verſchieden iſt, daſs ſich ihre einzelnen Glieder, wie bei dem

*) Daſs man zu dieſen Verſuchen jedes Mahl neue Pappe nehmen müſſe, verſteht ſich von ſelbſt. *R.*

**) *H* war hier, wie immer, wo es nicht beſonders erwähnt iſt, mit Kochſalz-Auflöſung befeuchtete Pappe. *R.*

Voltaischen Becherapparate, auf einer horizontalen Fläche neben einander befinden, und daſs die leitende Verbindung zwischen diesen Gliedern durch Alkohol vermittelt wurde, nicht durch die Metalle selbst. *) Sie muſste daher, wenn in *SHZ* Action $= y$ vorhanden war, als Aggregat solcher Ketten, wenigstens mit einer Kraft $= 15\,y$ wirken. Wenn daher ein Froschschenkel, der schon bei dem Anbringen homogener Armaturen, (also in einer in sehr niederm Grade wirksamen Kette, **)) in Zu-

*) Um reine Resultate zu erhalten, rathe ich, bei diesen Versuchen so schnell und reinlich als nur immer möglich, zu experimentiren. Man verhindert dadurch das Verdunsten des Alkohols, das Anziehen von Sauerstoff aus der Atmosphäre, und die so schädliche Ableitung, welche bei dem Feuchtwerden der Glastafel so leicht entsteht. *R.*

**) Diese Ketten müssen zu der Klasse derjenigen gehören, welche aus einem Metalle und zwei heterogenen feuchten Leitern gebildet werden. Ich erinnere hierbei an das bereits oben, (S. 304, Note,) erwähnte, so wie an den bekannten Streit über Homogeneität der Metalle in galvanischer Hinsicht, (z. B. in Gren's *n. Journ. der Physik*, B. 2, S. 141 folg.) — Der von Gruner auſser der Batterie bemerkte krystallinische Niederschlag des salpetersauren Silbers auf homogene Silbernadeln, (*Annal. d. Phys.*, B. 8, S. 222 folg., 492; Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 339 folg.,) kann für eine galvanische Action ohne Contact der Metalle für jetzt wohl schwerlich entscheiden, da wir es

ckungen geräth, in dieser Batterie unempfindlich bleiben sollte; so müsste, da in ihr sich 15 . y un-

noch nicht mit Gewissheit zu bestimmen vermögen, ob und in wie fern diese Erscheinung ins Gebiet des Galvanismus gehört. Denn gesetzt auch, sie wäre in der unwirksamen Formel *SH* nicht enthalten, und träte so zu der Zahl galvanischer Phänomene über; gesetzt, es sey durch die nicht völlig reinen Korke, durch die Säure oder das in der Auflösung enthaltne, vielleicht nicht ganz feine Silber die Möglichkeit zur Gegenwart der activen Kette *HMh*, oder der ihr verwandten *MmH* gegeben; so sind wir doch noch immer nicht im Stande, Einheit in den Versuch zu bringen, und die an den Spitzen der Nadeln bemerkte Polarität, (*Annalen*, VIII, S. 223, 49.) zu erklären. Wir würden durch diese Annahme nämlich eher berechtigt werden, an jeder Nadel einen besondern, dem an der andern zwar gleichen, doch von ihm unabhängigen galvanischen Prozess zu vermuthen, wofür noch die Erscheinung sprechen würde, dass an ihnen *beiden*, also an beiden Polen, sich Silberkrystalle zeigen. Und doch schweigt der Erfolg, so bald nur ein Draht sich vorfindet; er schweigt aber auch, was bei absoluter Nothwendigkeit zweier Nadeln nicht seyn sollte, wenn eine derselben mit einer heterogenen, einer goldnen, vertauscht wird, (a. a. O., S. 224.) Da Mangel an Zeit mich bis jetzt abhielt, den Versuch selbst zu wiederhohlen, so wird Herr Gruner mir die Frage erlauben, und gewiss befriedigend beantworten: Waren die Silbernadeln wirklich völlig rein, waren sie nicht

wirksam, und = o zeigte, gewiſs auch $y = o$ seyn. Mit dieser Ueberzeugung schloſs ich die Kette mittelst eines solchen Schenkels, und erhielt in der That auch nicht die leiseste Spur von Zuckungen. Ich schloſs durch Zunge und angefeuchtete Hand, aber es war nicht der mindeste Geschmack zu entdecken.*) Dieselben Resultate gaben Kupfer-Zink-Batte-

vorher mit der Batterie verbunden, und als Oxygen- und Hydrogendraht bei einer Gasentwickelung wirksam gewesen? Daſs dieses leicht eine sehr bemerkbare Heterogeneität in ihnen hervorbringen, einen chemischen Prozeſs einleiten könne, habe ich oft erfahren. So z. B. glaube ich die von diesem Gelehrten zuerst beschriebenen Dendriten des Hydrogendrahts, (a. a. O., S. 218 folg.,) vorzüglich dann bemerkt zu haben, wenn ich einen kurz vorher als Oxygendraht thätigen, nicht völlig von seinem Oxyd gereinigten Stab mit dem Hydrogenpole der Batterie verband. Auch kommen sie am Oxygendrahte vor, wenn er vorher am Hydrogenpole wirksam war; sie fehlen dann selten, wenn sich die Endpole in vertikaler Linie, (bei einer vertikalen Batterie,) befinden, und die Drähte nicht zu weit von einander entfernt sind. *R.*

*) Man muſs, wenn man nicht unmittelbar mit der Hand, sondern mit einem in ihr gehaltnen Metallstabe schlieſst, diesen der zu berührenden Metallplatte homogen wählen. Denn bringt man z. B. die Zunge an den Oxygenpol, und berührt die silberne Platte des Hydrogenpols mit einem Stücke Silber, so schmeckt man nichts; schlieſst man

Batterien, so wie Eisen-Zink-Batterien von 15 bis 25 Lagen; auch änderte es nichts, ich mochte die Pappen, (H,) mit destillirtem Wasser oder mit Kali-, mit Kochsalz-, mit Salpeter-, oder mit Salmiakauflösung *) befeuchten. Dass dasselbe der Fall war, wenn ich die Batterie 19 ($SHZA$) + SHZ auf dem gewöhnlichen Gestelle vertikal errichtete, bedarf wohl keiner Erwähnung. Ich hatte diesen Versuch bis jetzt verschoben, weil bei ihm die Verbindung durch Alkohol nicht so schnell zu bewerkstelligen war, und ich den Druck der obern Platte auf die untern Pappen- und Schwammstücke zu vermeiden wünschte, welcher nicht sowohl bei dieser als andern Batterieformen, (6, 7, 8,) von nachtheiliger, die Reinheit des Resultats störender Wirkung seyn konnte.

6. 15 Lagen SZH wurden auf derselben Glastafel, auf gleiche Weise, mittelst reines Alkohols

man aber auf die entgegengesetzte Art, d. h. mit Zunge am Silberpole, mit Silber am Zinkpole, so empfindet man sogleich Geschmack, denn es berühren sich dann heterogene Metalle, S und Z.

R.

*) Reiner liquider *Salmiak* gab mir immer die stärkste Wirkung; weshalb in Silber-Zink-Batterien, deren Pappe damit befeuchtet war, und deren Pole eine mit Wasser gefüllte und mit reinen Silberdrähten versehne Glasröhre verband, am Oxygendrahte ein hellgraues schuppiges Oxyd entstand, das bei H = kochsalznasser Pappe weit dunkler, fast schwarz war. *R.*

zur horizontalen Batterie, 14 (*SZHA*) + *SZH* verbunden. Die Vereinigung beider Pole durch *Zunge* und feuchten Finger gab Geſchmack, mit ſchwacher, doch deutlich zu fühlender Erſchütterung; und zwar erhielt man an dem Zinkpole oder dem letzten auf *Z* liegenden *H*, (worauf ich, um nicht durch *H* = kochſalznaſſer Pappe geſtört zu werden, noch ein *Z* legte,) conſtant den ſauren, und an dem entgegengeſetzten Pole den alkaliſchen Geſchmack. Die Kette durch *Auge* oder einen der Augen-Nerven geſchloſſen, gab Lichtſchein; ein äuſserſt träger *Froſchſchenkel* zeigte hier die heftigſten Convulſionen, und wenn man ihn einige Zeit in der geſchloſsnen Kette lieſs, die bekannten Stimmungen der Reizbarkeit; es erſchienen ſelbſt *Gasblaſen* im Waſſer einer Glasröhre, mit der die Pole durch Golddrähte, deren Spitzen $\frac{1}{4}$ Linie weit von einander abſtanden, verbunden waren. Auch die vertikale Säule 9 (*SZHA*) + *SZH* äuſserte galvaniſche Action in ſehr bedeutendem Maaſse, indeſs ſich in 20 (*SHZ*) nicht eine Spur davon fand. Wurde für *S* Kupfer oder Eiſen, für *H* deſtillirtes Waſſer, Salmiakauflöſung u. ſ. w. geſetzt, ſo erhielt ich immer active Batterien, die dieſes freilich bald in höherm, bald in minderm Grade waren.

7. Eben ſo conſtant, (wiewohl in geringerm Grade,) war der Erfolg, wenn ich 15 Lagen *ZSH* durch Alkohol, gleich viel, ob zur horizontalen oder zur vertikalen Batterie, 14 (*ZSHA*) + *ZSH* verband. Und daſſelbe blieb der Fall, wenn ich *S*

mit andern Metallen, und *H* mit andern Flüſſigkeiten vertauſchte; doch ſchien mir bei *H* = wäſsriger Kaliauflöſung die Säule am lebhafteſten zu wirken.

8. Es war nun noch übrig, mehrere Lagen *HSZH* durch Alkohol zur Batterie zu vereinigen. Dieſes geſchah, indem ich 14 (*HSZHA*) + *HSZH* bald in horizontaler, bald in vertikaler Richtung conſtruirte. *) Die Action, welche ich hier erhielt, war bei weitem die ſtärkſte, indem ſie ſelbſt die in Verſ. 6 um vieles übertraf. **) Sie gab z. B. Schläge, wenn man mit beiden Händen ſchloſs, und entwickelte Gas in bedeutender Menge, ſelbſt wenn die Drähte 4 bis 6 Linien von einander entfernt waren. Nahm ich ſtatt *S* andere Metalle, oder für *H* andere Flüſſigkeiten, ſo bemerkte ich allerdings, daſs dieſes den Grad der Action zu ſtimmen vermochte. Legte ich an *S* Pappe mit Kaliauflöſung befeuchtet, (= *h*,) indeſs die an *Z* befindliche Pappe, (= *H*,) mit Salzwaſſer geſättigt war, ſo fand ich doch in dieſer Batterie: 14 (*hSZHA*) + *hSZA*, die Wirkung nicht ſtärker, als ſie es in der vorigen war.

*) Dieſe Batterie gleicht in der erſten Form dem Voltaiſchen Becherapparate und der Cruickſhankſchen Trogbatterie; in der zweiten, einer auf die gewöhnliche Art errichteten Säule. *R.*

**) Und dieſe war doch beſtimmt weit ſtärker, als die der einfachen Kette; welches zum Beweiſe dient, daſs ſie nicht bloſs von einem der Endglieder *HSZH* herrührte. *R.*

Diese möglichst einfachen Versuche, (5 bis 8,) sind es, welche wir, wie ich glaube, bei dem jetzigen Stande der Physik und Chemie, als *für diesen Fall* entscheidend, anzunehmen berechtigt sind. Ich weiss es recht gut, wie viel ihnen, einzeln genommen, abgeht, um jeder strengen Forderung zu entsprechen und volle Evidenz zu gewähren; doch hoffe ich, wird ihnen vereint gelingen, wozu sie einzeln nicht ausreichen. Sie werden willig zurücktreten, wenn die Wissenschaft der Natur, deren Morgenröthe schon zu dämmern beginnt, uns überzeugender sprechende und eine beruhigendere Gewissheit gewährende aufstellt. Doch bis diese goldnen Zeiten, die wir ahnden, wirklich eintreten, müssen wir mit regem Eifer, was die Natur uns anvertraut, benutzen, ohne den wahren Weg zu verlassen, der zu ihren Geheimnissen führen kann. Es sey mir daher erlaubt, hier noch einige Versuche beizufügen, die zwar minder einfach, und mithin weniger überzeugend als die erstern sind, jedoch recht wohl zur Bestätigung dieser dienen.

9. Da die Batterie x (SHZ) bei jeder beliebigen, leitenden Vereinigung ihrer Glieder, so lange nicht diese Form selbst dadurch geändert wird, stets unwirksam bleibt, so durfte ich in *a*, S. 323, für *L* gewässerten statt des reinen Alkohols, und eben so statt dessen Wasser oder eine beliebige Salzauflösung wählen. Nie fand ich in allen diesen Fällen Action.*)

*) Doch darf nicht jede Flüssigkeit in einer aus be-

Selbst Metall konnte neben $L=$ feuchtem Leiter in diese Verbindung treten; der Erfolg blieb, wie vorher, aus, so lange man den Contact heterogener Metalle vermied. *) Wir sind daher berechtigt, wenn L

stimmten Metallen zusammengesetzten Batterie diese Vereinigung vermitteln, $= L$ seyn, weil es, wie wir schon oben, (S. 332, Anm.,) bemerkten, Fälle geben kann, wo HML oder HmL durch zweckmäfsige Schliefsung activ wird, und nun der Säule, als Aggregat von MHm, Action beigemessen werden würde, die doch eigentlich aus einer der vorigen Ketten entspringt. *R.*

*) Dafs jedoch auch homogene Metalle allein im Stande sind, active Batterien zu liefern, beweisen folgende Versuche, die hiermit zugleich das *Welsische* Galvanisiren der Metalle, (Gren's *n. Journ. der Physik*, B. 3, S. 441 folg.,) so wie Volta's Behauptung bestätigen, dafs in Hinsicht auf Galvanismus nur in den seltensten Fällen ein Stück Metall dem andern völlig homogen, d. h. in allen Eigenschaften gleich ist, (meine *Dissert.*, *Spec. I*, p. 37 folg.) *a.* Ich schichtete 40 Stück gereinigte Zinkplatten paarweise mit kochsalznasser Pappe zur Batterie über einander: sie gab Geschmack, Blitz und Zuckung; kein Gas. — *b.* Waren und blieben die Zinkplatten bei ihrer paarweisen Zusammensetzung homogen, und wirkte hier nicht etwa Friction u. dergl., so mufste auch jede einzelne Zinkplatte, mit Pappe in Berührung gesetzt, das leisten, was wir bei zwei auf einander liegenden entstehen sehen, und 40 $(ZH) + Z$ eine noch einmahl so starke Action äufsern, als sich in

einen feuchten Leiter, *M* ein beliebiges Metall bedeutet, jeder unter der Form

$$x\,(SHZLML) + SHZ$$

20 (*ZZH*) + *Z* vorfand. Allein dieses war nie der Fall; jene Säule blieb unveränderlich ohne Action. — *c.* Die Batterie 40 (*SZH*) + *S* setzte ich so schnell als möglich zusammen, nahm sie aber, nachdem ihre Pole 5 Minuten verbunden gewesen, wieder eben so geschwind aus einander. Die Zinkplatten wurden leise abgewischt und zur Säule 20 (*ZZH*) + *Z* zusammengeschichtet. Nennt man Silberfläche die Fläche der Zinkplatten, welche vorher an *S*, und Pappenfläche die, welche an *H* lag, so war die Norm dieser Batterie folgende: das unterste *Z* lag mit seiner Silberfläche an einer reinen, noch in keiner Batterie gewesenen Platte desselben Metalls; dann folgte *H*, dann wieder ein dem erstern gleiches *Z*, auf dieses ein zweites reines *Z*, u. s. w. Sie war, ob sich gleich noch einiges Oxyd an den Platten befand, wirksamer als die Batterie in *a*; ihr Hydrogenpol fand sich an den galvanisirten, ihr Oxygenpol auf der Seite der reinen Zinkplatten. — *d* War die Pappenfläche der Zinkscheiben von ihrer Silberfläche bedeutend verschieden, und wirkte diese silberartig, indess jene zinkartig blieb, so musste auch bei gleicher Richtung der Plattenpaare 20 (*ZH*) + *Z* activ seyn; was ich aber nicht fand, als ich die übrigen zu der homogenen Batterie *c* nicht gebrauchten Zinkscheiben der Silber-Zink-Batterie nach dieser Norm über einander setzte. Dasselbe bestätigte

enthaltenen Batterie galvanifche Action, unter denen S. 322, Anm., bemerkten Einfchränkungen, abzufprechen. Setzen Sie $M = Z$, und entfernen das erfte L jedes Gliedes, fo bleibt die Säule unwirkfam;*) nehmen Sie aber ftatt diefes L das zweite L fort, welches allein den Contact heterogener Metalle hindert, fo wird diefe Batterie fogleich wieder activ. Setzen Sie $M = S$, fo findet das Gegentheil ftatt. Laffen Sie beide L weg, fo bleibt, gleich viel ob $M = S$ oder $= Z$ ift, das Ganze activ. Auf diefe Art läfst fich in allen oder in einzelnen Gliedern Action hervorbringen, und fo die Batterie bald mit voller, bald mit gefchwächter Kraft in Wirkung fetzen.

10. Die Batterien $a = x$ (SZH, $b = x$ (ZSH), und $c = x$ ($HSZH$) werden fich bald mehr, bald weniger wirkfam zeigen, je nachdem man die einzelnen Glieder durch einen beffern oder fchlechtern Leiter verbindet. Sie werden daher, wenn man dazu L = reinem Alkohol nimmt, weniger wirk-

auch die einfache Kette, da Zuckungen, welche in: *Nerve Silberfläche*, *Silberfläche Muskel*, nie erfchienen, fogleich bemerkbar wurden, wenn man ein reines Z an den Nerven fchob. Die Silberfläche zeigte fich als Muskel-Armatur vorzüglich wirkfam. *R.*

*) Dafs es jedoch möglich wäre, in einer aus fehr vielen Lagen beftehenden Batterie auf diefe Art einige Action zu erhalten, lehrt der Verfuch *a*, S. 341, Anm. *R.*

sam seyn, als wenn $L =$ Wasser, und auch hier weniger, als wenn $L =$ Salzauflösung gesetzt wird. *) Auch kann Metall in diese leitende Verbindung eintreten; **) die Action wird dadurch, selbst bei einem grösern Umfange des Metalls, nie in bedeutendem Grade geschwächt. ***) Auch hier können wir den Grad der Action, wie in 9, nach Willkühr abändern. ****) Die Batterie sey

$$x\,(SZHML) + SZ.$$

Sie bleibt gleich activ, M werde $= S$ oder $= Z$ gesetzt. Ich entferne nun bei $M = Z$, L gänzlich;

*) Dieser vorzüglichern Leitung verdankte die durch $x\,(HSZH)$ dargestellte Batterie, (S. 339, 8,) gewiss nur den kleinsten Theil ihrer so vorzüglichen Wirksamkeit. R.

**) Es versteht sich, unter den oben angeführten Bedingungen. R.

***) Dass die Batterie $KH + x\,(KZH) + K$ stärker wirkt, als eine in der Form: $K + x\,(HKZHM)$ errichtete, weiss ich aus vielfältiger Erfahrung. Dass dieses jedoch nicht der durch das Metall geschwächten Leitung beizumessen sey, lässt sich aus dem, was S. 350 folg. bemerkt wird, schliessen. Dass bei vertikalen Batterien sich in $x\,(SZHMA) + SZ$ schwächere Action, als in $x\,(SZHA) + SZ$ findet, glaube ich zum Theil daher leiten zu müssen, dass bei dieser Construction, wegen des Drucks der Säule, A einen Theil von der in H befindlichen Feuchtigkeit in sich aufnimmt, wodurch sich die letztere Batterie $x\,(SZH) + SZ$ mehr oder weniger nähert. R.

****) Hauptsächlich in den folg. Formen *a* und *b*. R.

die Action der Säule ist dadurch, (da in den Gliedern *HZSZH* nichts bemerkbar werden kann,) so tief gesunken, dass sie nur der gleicht, welche die Endglieder darbieten.

Um Ihre Geduld nicht zu ermüden, übergehe ich mehrere diesen ähnliche Versuche. Ein jeder wird sie ohne Schwierigkeit anstellen und mit jedes Mahl vorauszusagendem Erfolge abändern können. Ich füge daher nur noch einen einzigen Versuch dieser Art bei.

11. Drei Batterien,

die erste $a = x(SZHML) + SZ$, mit Action $= y$,

die zweite $b = x(HSZHMLM) + HSZH$, mit Action $= y + z$,

die dritte $c = x(SHZL) + SHZ$, mit Action $= o$,

wurden in allen möglichen Combinationen durch Leiter verbunden. Hier fand sich, dass $a + b$ mit $2y + z$ wirkte; $a + c$ mit y, und $b + c$ mit $y + z$; ferner $a + b + c$ mit $2y + z$; endlich $b - a$ mit z. Es verhielt sich nämlich c in jeder Verbindung als einfacher Leiter, ohne die Action zu vermindern oder zu erhöhen. Die Oxydation der Metalle fand ich, als ich die drei Batterien aus einander nahm, bei weitem nicht im Verhältnisse ihrer galvanischen Thätigkeit verschieden. Doch war in der That in *b* die stärkste, in *a* die schwächere, in *c* die schwächste Oxydation vorhanden. War $L =$ reinem Alkohol, so fand sich an den Metallen, da, wo sie mit ihm in Berührung gewesen, nie eine Spur von Oxyd.

So habe ich Ihnen, was ich beobachtete, treu und aufrichtig erzählt, unbeſorgt, ob ſpätere Bemerkungen die frühern beſtätigen oder nicht, und ob ſie mit dieſer oder jener Meinung vereinbar ſeyn, oder ihr widerſprechen würden. Ich blicke noch einmahl zurück, und freue mich, Harmonie in der Ausſage ſämmtlicher Verſuche zu finden. Sie lehren uns: *daſs in Batterien, die aus zwei heterogenen Metallen M, m, und einer Flüſſigkeit H, in der Form MH + x (MmH) + m gebildet werden, allein HMmH für die Grundkette derſelben zu nehmen ſey,* indem ohne Contact der beiden Metalle gar keine galvaniſche Action vorhanden iſt, und dieſe Action ohne den an beiden Metallen befindlichen feuchten Leiter nicht bemerkbar, wahrſcheinlich auch nicht in ſo hohem Grade thätig iſt. Nun aber finden wir in dieſer Kette *HMmH* ſtets den Oxygenpol auf der Zinkſeite, und den Hydrogenpol auf der Silberſeite, und ein Grund, warum dieſes im Vielfachen dieſer Kette, in der nach obiger Form errichteten Batterie, anders ſeyn ſollte, lieſs ſich auf keine Art abſehn. Daher bleibt es unabänderlich feſtgeſetzt: *daſs ſich der Hydrogenpol am Silber,* (*als dem ſchwerer oxydirbaren,*) *der Oxygenpol am Zink,* (*als dem oxydirbarerern Metalle,*) *befindet, und daſs mithin Hydrogen- und Silberpol, ſo wie Oxygen- und Zinkpol als Synonyme gebraucht werden müſſen.*

Wie wird ſich aber mit dieſem allen die Erfahrung vereinigen laſſen, daſs ſich an der den Ritter-

schen Batterien zur Unterlage dienenden Silber- oder Kupferplatte eine starke Oxydation findet, die man am Hydrogen-, als desoxygenirenden Pole, am wenigsten in diesem Grade vermuthen durfte, und die Sie deshalb, als vom Oxygenpole übergeleitet, erklärten,*) und Böckmann**) und Gruner***) anführten, um sie für x (SHZ) als Grundform zeugen zu lassen. Auch ich hatte bei dem vertrautern Umgange mit diesen Batterien dasselbe bemerkt, ohne jedoch zu ähnlichen Folgerungen dadurch bestimmt zu werden. Ich glaubte im Gegentheile, durch sie meine Vermuthung, *daſs die Electricität der Batterie hauptsächlich durch Vertheilung wirke,* bestätigt zu finden; eine Idee, die zuerst in mir entstand, als ich die an jeden Pol einer geschlossnen Batterie unabänderlich gefesselte, unausgesetzt fortdauernde und unwiderruflich bestimmte Gasentwickelung betrachtete; als ich sah, daſs sie, zu mehrern Wasserschichten übergeleitet, immer dasselbe Schema der Polarität beibehielt;****) daſs die so charakteristische, durch die Pole bestimmte Verschiedenheit der Empfindung und ihre Fortdauer, für ein gleiches in der organischen Schöpfung

*) *Annalen der Physik*, B. 8, S. 216 folg., Note **. *R.*

**) A. a. O., S. 140. *R.*

***) A. a. O., S. 216. *R.*

****) Man sehe z. B. die Ritterschen Versuche in Voigt's *Magazin*, B. 2, S. 386 folg. *R.*

ſprach, *) und daſs ſich nirgends etwas vorfand, was die Vereinigung eines + und — hätte andeuten können. **) Doch hier konnte Wahrſcheinlichkeit nicht genügen; es kam auf Gewiſsheit an, und woher dieſe nehmen? Von der Quelle derſelben, von der Natur ſelbſt. Hier, was ſie mich lehrte.

12. Die Silber-Zink-Batterie 59 (*SZH*) + *SZ* wurde, in zwei gleiche Schenkel *a*, *b* getheilt, auf dem Batteriegeſtelle errichtet, *a* = 20 (*SZH*) und *b* = 20 (*ZSH*), und ſowohl das untere *S* von *a* mit dem untern *Z* von *b*, als auch das auf dem obern Pole beider Schenkel liegende *H* durch Glasröhren mit feinen Silberdrähten verbunden. Die Gasentwickelung ging in beiden Röhren nach dem bekannten Geſetze vor ſich. Die an *S* und *Z* liegenden Drähte zeigten keine Spur von Oxydation. An den obern auf *H*, (= ſalznaſſer Pappe,) aufliegenden Drähten bemerkte ich Folgendes: Der Draht, der auf dem den Schenkel *a* ſchlieſsenden, den Oxygenpol repräſentirenden *H* lag, zeigte ſich, ſo weit er ſich auf *H* und überhaupt auſser dem Waſſer der Röhre

*) S. Ritter a. a. O., S. 361 folg., 561 folg. R.

**) Das Agens der Batterie = Electricität zu ſetzen, und von dem Phänomen der Oxygenation und Hydrogenation auf gleiche Grade der poſitiven und negativen Electricität zu ſchlieſsen, dazu berechtigen uns die durch Ritter aufgeſtellten Thatſachen. (*Annalen der Phyſik*, B. 8, S. 209 folg., 386 folg. — Voigt's *Magazin*, B. 3, S. 495 folg. — *Annalen der Phyſik*, B. 9, S. 1 folg.) R.

befand, ohne die mindeſte Spur von Oxyd. Erſt da, wo er in dieſes Waſſer trat, konnte man einen ſchwarzen ungefähr eine Linie breiten Streifen bemerken; hinter dieſem erſchien er wieder in vollem metalliſchen Glanze, bis er von ſeiner Spitze aus aufs neue ſich zu ſchwärzen begann. *) Dagegen war der Hydrogendraht, ſo weit er ſich auf *b*, (auf dem *H* des Silberpols,) befand, ſchwarz oxydirt, von da aber metalliſch-rein; nur ein einziges Streifchen Oxyd (?) glaubte ich unweit ſeines Eintritts in das Waſſer der Röhre zu bemerken; von ſeiner Spitze erhob ſich das Waſſerſtoffgas in gewöhnlicher Menge. — Verbindet man beide Schenkel ſtatt durch einen Gasapparat durch einen Silberdraht, ſo erhält man gleiche Reſultate, nur daſs, wie natürlich, die Gasentwickelung fehlen muſs, und ſich außer der auf *H* des Schenkels *b* gelegenen Stelle kein Oxyd findet. Ein gleiches geſchieht, wenn *H* Pappe mit deſtillirtem Waſſer, Salmiak- oder Kaliauflöſung oder mit einer andern leitenden Flüſſigkeit getränkt iſt. Verbindet man durch ein leicht oxydirbares Metall, z. B. durch Zink, ſo iſt der Erfolg weniger deutlich, da dieſes ſich überall oxydirt,

*) Man weiſs, daſs bei wirkſamen Batterien der ganze in Waſſer befindliche Theil dieſes Drahtes ſich mit Oxyd überzieht. Geſchieht dieſes, weil wegen der durch das Oxyd unterbrochenen Leitung die Sphären dieſer Vertheilung den Ort verändern und ſich einander nähern? *R.*

wo es die Flüssigkeit berührt. Daſs man ſtatt der Stäbe auch Platten, die man durch dieſe verbindet, wählen kann, glaube ich nicht erſt erinnern zu dürfen. *)

13. Errichten Sie von Silber und Zink oder zwei dieſen ähnlichen Metallen eine Batterie, und laſſen Sie ein beliebiges, am beſten, ein ſchwer oxydirbares, Metall die Verbindung zwiſchen den einzelnen Gliedern vermitteln, ſo daſs daraus die Form $x\,(HSZHM) + HSZH$ entſteht. Sie werden jedes M allein oder doch in ungleich höherm Grade an der Fläche oxydirt finden, welche nach S oder nach dem dieſem gleichen Metalle gekehrt iſt.

14. Verbinden ſie die beiden ungleichnamigen Pole einer activen zweiſchenkligen Batterie durch 3 bis 4 Zoll lange Stäbe eines leicht oxydirbaren Metalls, z. B. Zink, die genau auf einer horizontalen Glastafel aufliegen und an die Endplatten geſchoben ſind, mit einem gleichfalls genau an der Glastafel anliegenden friſchen thieriſchen Organe, am beſten mit einem noch lebhaft ſchlagenden Froſchherzen, **) und laſſen Sie die Kette ſo einige

*) Hierher gehören die ſchönen von Erman angeſtellten Verſuche, in den *Annalen der Phyſik*, B. 8, S. 206 folg. *R.*

**) Es gelang mir, wenn die Batterie nicht zu ſtark war, am beſten mit Kupfer-Zinn-Batterien, die Aurikel am Hydrogenpole $2\frac{1}{2}$ Stunde länger pul-

Zeit, (15 bis 20 Minuten,) lang geſchloſſen. Sie werden nun auf der Glastafel unter dem Oxygenſtabe einen aus parallelen Längenfaſern beſtehenden, gleichſam lymphatiſchen Streifen finden; er fängt von dem Organe an, und erſtreckt ſich von da an dem Stabe hinauf; ſeine Länge iſt faſt der Hälfte des Stabes, (hier allein iſt dieſer oxydirt,) ſeine Breite der ganzen Breite des Stabes gleich. An dem Hydrogenſtabe zeigt ſich ein weit kürzerer, doch breiterer Streifen, ohne Oxyd. Beide ſind wie auf das Glas geleimt. Bringen Sie nun ein zweites, jenem gleiches Organ in die Kette, welches Sie durch einen gleichen Metallſtab mit dem erſtern verbinden, und Sie erhalten, wenn Sie das erſtere *a*, das zweite *b* nennen, in der Kette: *Hydrogenpol Z a Z b Z Oxygenpol*, an *a* nach dem Hydrogenpole zu den kleinern Streifen; an dem *a* auf der andern Seite berührenden *Z* den längern Streifen, der von dieſem Stabe die Hälfte ſeiner Länge oxydirt; von da, bis nahe an *b* zeigt ſich nichts; das am Oxygenpole befindliche *Z* zeigt wieder den längern Streifen und iſt bis zur Hälfte oxydirt.

ſirend zu erhalten, als es bei der am Oxygenpole geſchah. An dieſer fand ſich, da, wo der Stab anlag, eine wahre *membrana ſpuria*; an jener eine weiſsgelbe, einer Excreſcenz ähnliche Erhöhung. Andere hierbei vorkommende Erſcheinungen, z. B. den durch die einzelnen Pole modificirten Tact und die Stärke der Pulſationen u. dergl; hoffe ich Ihnen ein andermahl mitzutheilen. R.

Doch, Sie werden mit mir gewiſs längſt bemerkt haben, daſs alle dieſe Erſcheinungen denen völlig gleichen, welche jede durch mehrere Gasapparate fortgeleitete Gasentwickelung darbietet. *) Ich glaube daher ein mehreres nicht hinzufügen zu dürfen, und eile, das Endreſultat von dem zu ziehen, was die Batterie auf unſre Frage, (S. 347,) uns hiernach antwortete. Es iſt folgendes: *Jeder Pol einer activen (geſchloſsnen) Kette wirkt* *v e r t h e i l e n d* *auf die ihn berührende leitende Flüſſigkeit.* Er wird, in ſo fern die Flüſſigkeit einer Oxygenation und Hydrogenation fähig iſt, als Oxygenpol, da, wo er ſie berührt, *Oxygen*, und an dem entgegengeſetzten Pole, als Hydrogenpol, *Hydrogen*, das Entgegengeſetzte vom Oxygen, geben. Er wird, in ſo fern dieſer Prozeſs mit dem electriſchen gleich laufend iſt, in jenem Falle erſt + *E*, dann — *E*; in dieſem erſt — *E*, dann + *E* zeigen, höchſt wahrſcheinlich beides in gleich hohem Grade. **)

Wie

*) Daſs ich dieſen Verſuch hier, wo ſein eigentlicher Platz nicht iſt, aufführte, geſchah, um nicht durch Erzählung deſſelben den Ideengang noch einmahl zu unterbrechen. Er zeigt, *daſs der galvaniſche Prozeſs unter gleicher Polarität in der organiſchen, wie in der unorganiſchen Natur fortgeleitet wird*, und in jedem Pole die Beſtimmungsgründe für alle übrige liegen. *R.*

**) Vergl. Ritter in den *Annalen der Phyſik*, B. 8, S. 452 folg. *R.*

Wie fruchtbar diefes für die Batterie und die Erklärung ihrer Wirkungsart feyn müffe, wird folgende Betrachtung lehren. Nehmen Sie einen beliebigen Theil der Batterie, $SH + x\,(SZH) + S$, oder für jetzt nur die zwei Glieder derfelben $HSZHSZH$. In diefen wird hiernach Folgendes vorgehn: Da das untere H, an der an S liegenden Fläche, vermöge der Einwirkung von S Hydrogen giebt, (das wir aus obigen Gründen der Kürze wegen $= - E$ fetzen wollen;) fo mufs es auf der entgegengefetzten Fläche $+ E$ geben. Das zweite H wird wegen der Action von Z an feiner Zfläche $+E$, an der entgegengefetzten, der S Fläche, E haben. Aber auch das zweite S wirkt auf diefes H, es müfste vermöge diefes auf der Sfläche noch einmahl E, auf der entgegengefetzten, (Zfläche,) noch einmahl $+ E$ geben; fo dafs fich nun an diefer $2\,(+E)$, an jener $2\,(-E)$ finden. Gerade fo enthält jeder Pol einer frühern Kette den homologen Beftimmungsgrund für den mit ihm ungleichnamigen Pol der folgenden Kette; fo wird es möglich, dafs, vermittelft der Flüffigkeit, immer eine Kette die Kraft der andern verftärken kann; und fo können wir uns daher ein Bild von der eigenthümlichen Wirkungsart der Batterie verfchaffen. — Leiftet aber der feuchte Leiter aufserdem gar nichts? wird er nicht auf andere Art galvanifche Action gründen und erhöhen? und wird z. B. der durch die Metalle eingeleitete Oxydations-Prozefs nicht wiederum die Fä-

higkeit der Metalle, ihn zu begründen, erhöhen? *) Ich wage es nicht, hierüber zu entscheiden, so wenig als ich mir getraue, zu bestimmen, ob sich in den Metallen der Batterielagen mitgetheilte oder nur vertheilte Electricität vorfindet, **) wiewohl für ersteres Volta's Versuche am Duplicator, die Polarität des feuchten Leiters, und der oben, (S. 340, Anm. c und d,) angeführte Versuch zu sprechen scheinen.

Jede einzelne Kette hilft nicht blofs, auf die hier entwickelte Art, die Action der andern begründen, sondern als Glieder der Batterie liegt ihnen noch eine Pflicht auf, nämlich: die active Schliesung ihrer Gefährten als Leiter zu vermitteln; ein Geschäft, welches in Rücksicht jeder einzelnen Kette alle übrigen, die ihr zu beiden Seiten liegen, über sich neh-

*) Sollte wohl die in der Kette *HMh* vorhandene Action für so etwas sprechen? Auch hier bestimmt die Natur der Flüssigkeit den Erfolg. *R.*

**) Wird für letzteres der Versuch 14 stimmen? entscheidet Pfaff, (*Annalen*, B. 8, S. 230,) mit Recht dafür? — Dafs sich Vertheilung allerdings an den die Pole verbindenden Metallen, wenn sie zugleich Flüssigkeit berühren, zeigt, ist unläugbar; ward sie aber erst von dieser hervorgebracht? sind sie die Reagentien für die in dieser gegenwärtigen Vertheilung? *R.*

men. So gelingt es endlich einer Summe positiver Ketten, durch wechselseitigen Beistand die Batterie, ein Bild der in ewiger Wechselwirkung thätigen Natur, zu schaffen. Sie scheint geheimnissvoll, und — ist es nicht; natürlich, dass sie ihre Antworten nicht jedem unberufenen Frager aufdringt. Ob auch ich zu der Anzahl dieser gehöre, muss ich Ihrer Entscheidung überlassen.

IV.

BEMERKUNGEN

über Leslie's Brief gegen Herfchel, *)

von

Herrn Dr. Benzenberg

in Hamburg.

Der Verfaffer diefer Briefe fpricht in ihnen eine Art Kraftfprache, die für den Lefer nicht angenehm ift, und behandelt feinen Stoff auf eine diefer Sprache angemeffene Weife. — Statt auch nur fechs genaue Verfuche, die mit den Herfchelfchen im Widerfpruche ftünden, anzuführen, giebt er uns in diefen Briefen nur Declamationen und einen *einzigen Verfuch,* der, fo wie Leslie ihn erzählt, *nicht das geringfte beweift.*

Er wirft Herrn Herfchel vor, dafs feine Verfuche *ohne Ueberlegung* unternommen und *ohne Vorficht* ausgeführt find. Am Ende des erften Briefes räth er ihm, Bouguer's Optik und Lambert's Photometrie zu ftudiren.

Es ift empörend, einen Mann, wie Herfchel, der fein langes ruhmvolles Leben der Naturkunde mit einer feltnen Beharrlichkeit gewidmet hat, auf eine folche Weife behandelt zu fehn. „Aber das ift der Gang der Welt," (fagt ein deutfcher Schriftfteller,) „der gröfste Kopf kann feine fchönften

*) *Annalen*, B. 10, Jahrg. 1802, St. 1, S. 88.

Erfindungen nicht dem Widerspruche der plattesten Lippe entziehn." Wer in dem Grade leidenschaftlich spricht, wie Herr Leslie, dessen Worten kann man keinen grofsen Glauben beimessen. Und wenn man dieses nicht kann, kann man dann seinen Versuchen ein gröfseres Zutrauen schenken? Es würde unerklärbar seyn, warum der Herausgeber der Annalen von diesen Briefen mehr als eine summarische Anzeige gegeben hat, (da sie vielleicht diese kaum verdienen,) wenn er es nicht deswegen that, um zu zeigen, dafs auch aufserhalb Deutschland eine solche Renomisten-Sprache zu Zeiten gesprochen wird. *)

Die Declamationen, die uns Herr Leslie statt Versuche giebt, hier widerlegen zu wollen, würde ein undankbares Beginnen seyn, indem man dabei wenigstens drei Viertel seiner Versuche abschreiben müfste. Da Herschel's Entdeckungen so äufserst wichtig sind; da sie ein Mann gemacht hat, dessen Ruf über ganz Europa verbreitet ist; und da sie so leicht zu wiederhohlen sind; sollte man da

*) Dafs der Ton, der in den Briefen Leslie's gegen einen Mann wie Herschel angestimmt wird, Misbilligung verdient, darüber bin ich mit Hrn. Dr. Benzenberg völlig einig. Aber einestheils schien mir gerade dieser Ton dazu geeignet zu seyn, die ganze Sache mehr zur Sprache zu bringen, als es bis jetzt geschehn ist; anderntheils halte ich Leslie's Einwürfe nicht für so ganz unbedeutend, wie sie hier erscheinen. *d. H.*

nicht glauben dürfen, dafs sie in Deutschland, England, Frankreich und Italien von den berühmtesten Physikern angestellt und wiederhohlt seyn, und dafs innerhalb dreier Jahre so definitiv darüber entschieden worden sey, wie über irgend eine physikalische Aufgabe?

Die Irrthümer grofser Männer aufdecken, ist verdienstlich, — verdienstlicher, wie die von kleinen, weil sie gefährlicher sind: aber nur kleine Männer thun dieses in einem leidenschaftlichen Tone. Es giebt eine Art, die Wahrheit zu sagen, dafs sie niemand glaubt. Herr Leslie hat diese Methode sehr in seiner Gewalt. Dafs ihm Herschel nicht antwortet, ist natürlich.

Bis Herschel's Versuche hinlänglich wiederhohlt sind, kann man sich an folgende allgemeine Wahrheiten halten. Irren kann jeder, bei jeder Untersuchung; aber im Reiche des Irrthums herrscht unter den verschiednen Irrthümern keine Einigkeit. Mit der Anzahl der Beobachtungen wächst die Unwahrscheinlichkeit des Irrthums. Herschel hat zu viele und zu verschiedne Versuche angestellt, als dafs sie sich nicht hätten widersprechen müssen, wenn sie falsch wären. — Wenn irgend jemand Gelegenheit hatte, die Logik des Scheins kennen zu lernen, so war es Herschel bei der Entdeckung der Uranus- und Saturnusmonde. Hier war irren ungleich leichter.

Die Achtung, welche die Welt gegen Herschel hat, wird diese Zeilen rechtfertigen und entschuldigen.

Hamburg den 3ten Febr. 1802.

V.

EINIGE BEMERKUNGEN

über die wärmende Kraft der Sonnenstrahlen und die Zusammensetzung gefärbter Gläser zu Perspectiven, um die Sonne zu betrachten,

von

CARL WILHELM BÖCKMANN

Professor zu Carlsruhe.

Schon im Sommer des Jahrs 1798 stellte ich eine Reihe von Versuchen an, theils um die verschiedenen Grade der Wärme zu bestimmen, welche gefärbte Stoffe bei dem nämlichen Sonnenlichte annehmen, theils um zu prüfen, welcher Unterschied in der Wärme der einzelnen Farbenstrahlen des durch das Prisma gespaltnen Sonnenlichts statt habe. Diese Versuche sind nicht nur in mein Tagebuch damahls aufgezeichnet worden, sondern es befinden sich auch mehrere Personen im hiesigen Publico, welche dieses bezeugen können.

Ich gebrauchte zu diesen Versuchen 2 sehr empfindliche und harmonirende chemische Thermometer; die Kugel des einen überzog ich nach und nach mit allerlei Arten von gefärbtem und so viel als möglich gleich dichtem Taffent, und setzte dann beide Thermometer den Sonnenstrahlen im Freien aus; wenn nun endlich beide nach einiger Zeit un-

veränderlich ſtehen blieben, ſo ſchrieb ich die Grade der Wärme, welche die Thermometer angaben, auf. Als Beiſpiele mögen folgende Beobachtungen dienen. Das unbedeckte Thermometer ſtand auf $25\frac{1}{4}$° R., das andere aber bedeckt

mit himmelblauem Taffent auf	$25\frac{1}{4}$° R.
mit ſchwefelgelbem	$24\frac{1}{2}$
mit hellgrünem	26
mit apfelgrünem	$26\frac{1}{4}$
mit roſenrothem	25
mit weiſsem	$24\frac{1}{4}$
mit ſchwarzem	$27\frac{1}{4}$

Da ich mich indeſſen bald überzeugte, daſs dieſe Verſuche ihrer Natur nach zu unvollkommen waren, um zu ſichern Reſultaten führen zu können, ſo kam ich ziemlich leicht auf die Idee, mit den einzelnen Farbenſtrahlen des Prisma ähnliche Verſuche zu unternehmen. Meine Abſicht war, 3 gleiche Thermometer anzuwenden. Eins davon ſollte dem freien Sonnenlichte ausgeſtellt werden; auf das zweite ſollten nach und nach die einzelnen Farbenſtrahlen gerichtet werden, und das dritte ſollte ſich dem zweiten zunächſt befinden, ohne daſs aber ein Farben- oder Lichtſtrahl darauf fallen könne.

Es ſchienen mir indeſſen nach einigen Verſuchen die gewöhnlichen Queckſilber-Thermometer noch nicht empfindlich genug zu ſolchen Verſuchen zu ſeyn, weshalb ich, ſo viel als möglich, correſpondirende Luftthermometer dazu gebrauchen wollte, die ich aber nicht ſogleich verfertigt bekommen konnte. — So kam ich inzwiſchen von dieſen Ver-

suchen ab zu andern, mich gewissermaßsen mehr interessirenden Arbeiten, und bin noch nicht wieder zu denselben zurückgekehrt. — Wahrscheinlich hätte ich schon damahls Resultate gefunden, die mit den schönen Versuchen des Herrn Herschel, (*Annalen der Physik*, 1801, St. 2, S. 137,) übereinstimmend gewesen wären.

Herr Herschel ward übrigens zu dieser Reihe von Versuchen vorzüglich dadurch veranlaſst, daſs er für seine gröſsern Teleskope Bedeckungsgläser wünschte, um die Sonne gehörig betrachten zu können. Mein Vater hat schon vor 16 Jahren sich eine solche sehr brauchbare Bedeckung aus vier gefärbten Gläsern zusammengesetzt, welche man vor das Okularglas schrauben kann. Die Sonne erscheint in einer Farbe wie Nachts der Mond, und die etwanigen Flecken sind durch ihre Schwärze wohl zu unterscheiden. Dem Auge thut dieses weiſsliche Licht nicht weh, und greift dasselbe auch nicht an. Da es vielleicht manchem, der sich mit Sonnenbeobachtungen abgiebt, angenehm seyn dürfte, sich dergleichen Vorrichtungen anzuschaffen, so theile ich hier mit Vergnügen eine genauere Beschreibung davon mit.

Es liegen nämlich vier Glasscheiben über einander, eine *hellviolette*, eine *hellgrüne*, eine *dunkelgrüne*, und eine *dunkelblaue*.

Durch das *hellviolette* Glas kann man, wenn es auch dicht auf einer gedruckten Schrift aufliegt, solche doch genau und ohne Anstrengung lesen;

das *hellgrüne* ist noch etwas durchsichtiger. Durch das *dunkelgrüne* kann man nur mit Mühe die Buchstaben erkennen. Das *dunkelblaue* Glas ist am undurchsichtigsten; man sieht zwar, wenn es die Schrift berührt, noch eine Spur davon, sie ist aber nicht mehr lesbar. Hält man hingegen dieses Glas mehr vor das Auge, und die Schrift in einiger Entfernung davon, so läſst sich diese ganz deutlich erkennen. Es liegen diese Gläser in folgender Ordnung auf einander: zunächst dem Auge ist das hellgrüne, dann kömmt das dunkelblaue, dann das dunkelgrüne, und endlich das hellviolette; sie können jedoch auch nach einer andern Ordnung auf einander folgen. Hält man diese so verbundnen Gläser so nahe als möglich vor das Auge, so kann man bei Tage kaum noch einige weiſse erleuchtete Wolken, weiſs angestrichne Häuser u. s. w. von andern dunkeln Gegenständen unterscheiden.

VI.

BEOBACHTUNGEN

über die Entfärbung und Wiederfärbung des Berlinerblau,

vom

Bürger DESMORTIERS. *)

Es hatte jemand zum Verkaufe eine beträchtliche Menge dieses Färbestoffs mit Ruſs und Nuſsöhl eingerührt, und einige Zoll hoch mit Waſser bedeckt. Nach einiger Zeit fand er ihn, die Oberfläche ausgenommen, völlig weiſs. An der Luft gerührt, bekam er ſeine ſchöne Farbe wieder; mit Oehl bedeckt verlor ſie ſich aufs neue. Dieſes Factum war die Veranlaſſung der folgenden Unterſuchungen.

Es ſcheint zuerſt unwahrſcheinlich, daſs das *Oehl* die Urſach der Entfärbung ſeyn könne: denn da die fetten Oehle bei ihrer Zerſetzung eine eigenthümliche Säure, aber kein Alkali geben, und nur die reinen Alkalien das Berlinerblau entfärben, die Säuren aber keine Wirkung darauf äuſsern; ſo kann auch das Oehl ſchwerlich dieſe Wirkung haben. **)

*) *Recherches ſur la décoloration ſpontanée du bleu de Pruſſe, par B. Desmortiers*, Paris 1801, 32 p., ausgezogen von L. A. von Arnim.

**) Es braucht kaum bemerkt zu werden, daſs hier faſt ſo viel Willkührlichkeiten als Worte zuſammengeſtellt ſind. 1. Die Oehle leiden durch Auf-

Es ſcheint, der Grund liege in der Verdichtung des Pigments durch das Austrocknen, wobei die Molekülen des Ruſses und des Oehls, die vorher durch das Berlinerblau verſteckt waren, ſtärker hervortreten.

1. In zwei luftleere Recipienten, von denen der eine mit einer ſchwarzen Decke belegt, der andere frei, aber nicht in der Sonne ſtand, wurden Stücke Holz, welche mit dem entfärbten Berlinerblau überzogen waren, gelegt; beide Stücke wurden blau, doch früher in dieſem als in jenem. — 2. Ein dritter ebenfalls luftleerer Recipient zeigte ſchon nach 7 Minuten die vollkommenſte Färbung des Holzes, während der nicht in der Sonne ſtehende, aber unbedeckte, 1 Stunde brauchte, und immer nicht ſo ſchön wie jener färbte. Das Thermometer ſtand in der Sonne auf 26° R. — 3. Dem Feuer wurde ein ähnliches Stück Holz genähert, und die Farbe erſchien noch ſchneller als an der Sonne. — 4. Um zu wiſſen, ob dieſe Wirkung der

nahme von Sauerſtoff eine Veränderung, ohne in Säuren verwandelt zu werden; 2. das blauſaure Eiſen wird nicht allein durch Alkalien und Zerſetzung entfärbt, ſondern bei einem geringern Grade der Oxydation erſcheint es ebenfalls weiſs. Die Erklärung der ſich ganz darauf gründenden Erſcheinung geht daraus klar hervor, und die ganze Unterſuchung würde vielleicht unnütz ſcheinen, wenn ſie nicht durch die Beobachtung der Einwirkung des Lichts intereſſant würde. *A.*

Wärme zuzuschreiben sey, wurde der Topf mit der weissen Farbe in einem kupfernen verdeckten Gefäfse während dreier Stunden der Wärme ausgesetzt; aber selbst die blaue Oberfläche war verschwunden, und alles hatte sich etwas gräulich und gelblich gefärbt. Nachher, als man die Farbe auf einem Papiere ausbreitete, wurde sie langsamer, als vorher, blau. — 5. Völlig im Dunkeln wurde das Pigment von 8 Uhr 45 Minuten Abends bis 11 Uhr gerieben, und nahm die vollkommenste blaue Farbe an. — 5. Der Färbestoff wurde auf braunem, (*puce,*) lilafarbigem, grünem und gelb marmorirtem Papiere ausgebreitet, (die beiden erstern waren Zuckerpapiere, das letzte gewöhnliches.) Alle diese Papiere wurden gleichmäfsig der Luft und Sonne ausgesetzt; nach 28 Minuten war die Farbe auf dem braunen Papiere schon ziemlich stark, nach 50 Minuten hatte sie ihre gröfste Stärke erreicht, während dessen die lila- und weifsfarbigen Papierstücke einander fast gleich, aber schwach, das grüne etwas mehr, das marmorirte schwächer gefärbt war. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden wurden das lilafarbige und weifse, und nach $3\frac{1}{2}$ das grüne und marmorirte völlig gefärbt. Als man sowohl das braune wie das marmorirte Papier, jenes auf einem marmorirten, dieses auf braunem Papiere liegend, mit der weifsen Farbe bedeckte, erschienen die Farben fast zu gleicher Zeit.

Aus diesen Beobachtungen läfst sich folgern, 1. dafs die Entfärbung des Berlinerblau keiner Zersetzung des Oehls, sondern einer Aenderung

der Oberflächen bei dem Austrocknen der Materie zuzuschreiben ist. — 2. Dafs weder die Luft überhaupt, noch einer ihrer Bestandtheile, zur Wiedererzeugung der Farbe nöthig ist, weil sie sich im luftleeren Raume wie in der Luft wieder herstellt. — 3. Dafs Wärme ohne Luft diese Wiederherstellung der Farbe eher verhindert, als befördert. — 4. Dafs die innere Bewegung der Theile, wie sie auch hervorgebracht werde, und die Wirkung des Lichts zur Herstellung der Farbe hinreichen, und desto schneller wirken, je stärker die Bewegung oder das Licht ist.

Zusatz.

Der luftleere Raum, als ein mit Wasserdämpfen gefüllter Raum betrachtet, giebt auch hier wiederum eine sehr leichte Erklärung über die Färbung des weifsen blausauren Eisen-Oxydules darin.

Ausgezeichnet scheint beim ersten Anblicke die Wirkung des Lichts zu seyn, die Oxydation eines Stoffs zu befördern; aber übereinstimmender mit den bekannten Erfahrungen, wenn man bemerkt, dafs die Hitze des Küchenfeuers, dessen leuchtende Kraft gegen die der Sonne unbedeutend klein ist, stärker wirkt, als Sonnenlicht, (Vers. 3,) und dieses daher wahrscheinlich nur, in so fern es wärmt, die Färbung des Pigments befördert. Der vierte Versuch kann hiergegen nicht streiten, da seine Bedingungen sehr verschieden sind. Es war hier keine dünne Oberfläche, von der das Oehl in der Wärme schnell verdunsten konnte, wie in Versuch 1 bis 3, sondern die ganze mit Oehl verbundne Masse im Topfe; bildeten sich hier Oehldämpfe, so waren sie hinlänglich, die Oberfläche wieder zu entfärben.

Die ganze Wichtigkeit des Verſuchs über die Einwirkung des Lichts auf gleich gefärbte Oberflächen, deren Unterlage verſchieden iſt, ſcheint der Verfaſſer nicht bemerkt zu haben. Ich hoffe ſie bei Gelegenheit einiger Verſuche über eine merkwürdige Relation *der ſtrahlenden Wärme zu farbigen Flächen*, ganz mit Ausſchluſs der Lichtwirkung erklären zu können.

L. A. v. A.

VII.

Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

1. *Von Hrn. Dr. J. C. L. Reinhold.*

Leipzig den 3ten Febr. 1802.

— — Die in den *Annalen*, B. 10, Heft 1, enthaltnen Verſuche des Hrn. Prof. Erman über die electroſkopiſchen Phänomene am Gasapparate der Voltaiſchen Säule haben mich ſehr erfreut; ſie ſind genau, ſchön, vollſtändig, und, bis auf einige wenige, überzeugend. Sie intereſſiren mich doppelt, da ſie mehrere meiner Aeuſserungen in dem Ihnen ſchon früher mitgetheilten Aufſatze beſtätigen. Daſs Volta, Ritter und ich zu gleicher Zeit, unabhängig von einander, die Batterie aus faſt gleichem Geſichtspunkte anſahen, beruhigt mich ungemein, ſo unruhig ich auch war, ehe ich mir eine befriedigende Erklärung von derſelben geben konnte. *Ich ſelbſt* muſste ſie mir geben, da, ich geſtehe es aufrichtig, alles, was andere, auſser den genannten Gelehrten, hierüber äuſserten, mich nicht befriedigte. Bis dahin experimentire ich unzufrieden mit mir ſelbſt,

da ich täglich mit etwas umging, das ich nicht kannte. Doch glaube ich, ist auch jetzt noch nicht alles in dieser Hinsicht geschehn; ich erwarte von Volta's Aufsatze und Ritter's Beiträgen viel; bis diese erschienen sind, glaube ich schweigen zu müssen; finde ich es dann noch der Mühe werth, meine Ideen bekannt zu machen, so bin ich so frei, sie Ihnen für die Annalen zu übersenden. Doch lassen mich die Gründlichkeit und der Scharfsinn dieser so achtungswerthen Männer voraussehn, dass, da wir übrigens bis jetzt so übereinstimmend dachten, ich dessen überhoben bleiben werde. Dieses soll mich desto mehr freuen, da ich manches andere, wie ich hoffe, nicht uninteressante über Galvanismus Ihnen mitzutheilen habe. Nächstens erhalten Sie einiges über die Wirkungen der Batterie auf thierische Organe und Flüssigkeiten überhaupt, insbesondere auf Organe und Flüssigkeiten des Menschen im gesunden und kranken Zustande. Ich hatte hierbei schon im März vorigen Jahres mehreres über Adhäsion, Attraction, Polarität u. s. w. beobachtet, und freuete mich daher, dasselbe von Ritter und andern auch in der anorganischen Natur wieder gefunden zu sehn; so sehr dasselbe auch vorher schon mir einleuchtete, da die *Materie* überall denselben Gesetzen gehorchen muss. — Dass Erman, in seinen Versuchen, die Polarität des zwischen den Batteriedrähten im Gasapparate enthaltnen Wassers beitätigt, wird, wie ich hoffe, mich gleichfalls mancher Erörterungen und Beweise meiner

ner vorgetragenen Ideen und mancher dahin gehörigen Versuche überheben.

---

2. *Von Hrn. Prof. C. W. Böckmann.*

Carlsruhe den 10ten Febr. 1802.

— — Sie erhalten hier für die *Annalen* die *Fortsetzung meiner Bemerkungen und Versuche, Volta's electrische Säule betreffend*, worin Sie unter andern meine Erklärung über Ritter's Benennungen der Endpole, eine Wiederhohlung von Davy's Versuchen, und manches über Dendritenbildungen finden werden. — Zugleich lege ich *einige vorläufige Bemerkungen über Parrot's Theorie der Verdunstung und Niederschlagung des Wassers in der Atmosphäre* bei. (Vergl. S. 167.) Ich habe diese Theorie mit vielem Interesse gelesen, und mich gefreut, wie so schön sie auf so viele Erscheinungen passt und sie erklärt. Parrot's Versuche sind meines Erachtens aber noch nicht hinreichend, um die Richtigkeit der Hypothese hinlänglich zu begründen. Ich stehe eben im Begriffe, sie zu wiederhohlen und abzuändern.

Schon seit verflossnem Sommer liess ich hier ein *Lesliesches Hygrometer* und *Photometer* verfertigen, und habe, besonders mit letzterm, mehrere Versuche angestellt, welche die ausserordentliche Sensibilität desselben bestätigen. Ich liess die Röhren länger machen, als Leslie vorschreibt, so dass dieses Instrument beinahe 10 franz. Zoll hoch ist.

Stelle ich es aus dem Tageslichte in das Sonnenlicht, so fällt die Flüssigkeit um 5—6 Zoll. Es zeigt die Unterschiede der Sonnenstärke bei dunkelblauem und blassblauem Himmel, die durch Wolken hervorgebrachte stärkere oder schwächere Erleuchtung u. s. w. vortrefflich an, und wird durch die Flamme eines gemeinen Talglichts schon in der Entfernung von 1 Fuss afficirt. Ungeachtet wir einen sehr geschickten Glasbläser besitzen, gelang es mir doch bisher noch nicht, dergleichen correspondirende Photometer von grosser Genauigkeit zu erhalten; allein ich gebe die Hoffnung nicht auf: so bald es mir geglückt ist, werde ich meine entworfnen und bereits angefangnen Versuche fortsetzen. In jedem Falle ist ein solches Photometer, auch wenn sie nicht mit einander correspondiren, immer von grossem Vortheile für den praktischen Physiker.

Auf den Ausgang der schönen Versuche des Hrn. Prof. Simon mit seinen grossen Voltaischen Säulen bin ich nicht wenig begierig. Wären diese Arbeiten nicht in so geschickten Händen, so würden auch wir uns hier eine solche Säule von 50 Lagen verfertigen lassen, ungeachtet sie auf 100 bis 150 Fl. zu stehen kommen dürfte. Zur Probe habe ich eine viereckige Platte von 8 Zoll aus Zink giessen lassen, welche 1 Pf. 28 Loth wiegt.

Für unser fürstl. Cabinett sind mehrere Instrumente von Dumotier in Paris bestellt, welche, aber noch immer vergeblich, schon seit ½ Jahr erwartet werden.

Ich muſs Ihnen hier doch noch eine ſonderbare, vielleicht galvaniſche Erſcheinung mittheilen, die ich neulich beobachtet habe. Ich bereitete in einem Kolben von weiſsem Glaſe, der in einem Sandbade ſtand, eine *Goldauflöſung* von einem Kaiſerdukaten durch ſalpeterſaure Salzſäure. Da die Auflöſung durch den Dukaten noch nicht völlig geſättigt war, warf ich Stückchen Golddraht hinzu. Als ſie faſt völlig geſättigt war, ſtieg an dem 2 Zoll langen Golddrahte, bloſs an beiden Enden, eine groſse Menge Gasbläschen auf; ſonſt nirgends. Der Draht lag auf dem Boden des Glaskolbens; und in der Mitte deſſelben ein weiſses Oxyd, wahrſcheinlich ſalzſaures Silber, das aber nur 3 bis 4 Linien im Durchmeſſer hatte und hier den Golddraht bedeckte; der übrige Theil dieſes Drahts ſchien gar nicht oxydirt zu ſeyn, und dennoch gaben ſeine Spitzen, gleichſam wie Pole, Gas. Ob nun dieſes wirklich durch galvaniſche Wirkung geſchah, werde ich bei nächſter Gelegenheit weiter unterſuchen.

Unſre hieſigen und benachbarten *Aerzte* fangen an ſich eifrig mit dem Galvanismus in mediciniſcher Hinſicht zu beſchäftigen. Unſer Fürſt, der Wiſſenſchaften und Künſte nach Möglichkeit zu unterſtützen ſtrebt, hat in unſerm hieſigen Hoſpitale eine vollſtändige Zink-Silber-Säule von 100 Lagen geſtiftet, damit unter der Aufſicht der Vorſteher Verſuche an Kranken angeſtellt werden.

Seit dem October beobachtete ich täglich die Sonne, wenn es anders die anhaltend trübe Witte-

rung gestattete. Ich fand immer mehrere Hauptgruppen von *Sonnenflecken*, die zusammengenommen oft aus 30 bis 40 einzelnen kleinen Flecken bestanden. Nur am 3ten Nov. sah ich die Sonne ganz rein.

Wir hatten diesen Winter die *gröfste Kälte* am 17ten Febr. Morgens 5 Uhr = — 19,5° R. Ausserhalb der Stadt und in der Nachbarschaft von 15 bis 20 Stunden wollen einige — 20 und — 21° beobachtet haben.

---

3. *Von Hrn. Regierungs-Referendar.* ***Müller.***

Brieg im Nov. 1801.

— — Meinen Vorsatz, eine grosse Voltaische Säule in Breslau zu erbauen, (*Annalen*, VII, 134,) habe ich zwar aufgeben müssen, mir hier aber Säulen von 50 bis 70 Plattenpaaren angeschafft, deren Bauart ich es zuschreiben zu müssen glaube, dass ich 3 bis 4 Tage lang, (und selbst, wenn sie keine merkliche Erschütterung mehr giebt,) Funken aus ihr erhalte, und dass die Wasserzersetzungen in ihr über eine Woche anhalten. Mein Gestell ist von Holz. Innerhalb der 3 Säulen desselben befinden sich 6 blauseidene Schnüre, die durch das obere und untere Brett des Gestelles gehn und stark angespannt werden. Zwischen ihnen baue ich die Säule auf. Die Platten der aufgerichteten Säule stossen weder an diese Schnüre, noch an die noch weiter von ihnen entfernten hölzernen Säulen an; die Säule erhält

ihre Haltung dadurch, dafs die untere und jede 10te Platte mit 3 Oehren und mit blaufeidenen Schnüren verfehn find, die an die hölzernen mit Schraubengängen verfehenen Säulen befeftigt werden. (Vergl. *Annalen*, VII, 188.) Dadurch, dafs ich fie etwas herabwärts ziehe und anfpanne, habe ich es in meiner Gewalt, den Platten einen folchen Druck zu geben, dafs die Flüffigkeit in den Tuchfcheiben zwar fichtbar wird, aber nicht herabfliefsen kann. Die unterfte Platte ruht zur Ifolirung auf einem umgeftürzten gläfernen Becher.

Bei der *Wafferzerfetzung* find mir zwei fonderbare Fälle vorgekommen. Eine gläferne 8 Zoll lange Röhre von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmeffer, in deren Mitte die filbernen Drähte $\frac{1}{4}$ Zoll von einander abftanden, war an ihren Enden vor dem Löthrohre zugefchmolzen, und die nur fehr kleine Ritze um die durchgehenden Drähte herum, mit Lack völlig luft- und wafferdicht verfchloffen worden. Als ich diefen Gasapparat in die Kette einer Säule brachte, die eben erft war errichtet worden, ging die Wafferzerfetzung viel langfamer vor fich, als in einer eben dergleichen Röhre, die an ihrem untern Ende nicht verfchloffen war; die Gefchwindigkeit der Zerfetzung nahm immer mehr und mehr ab, und hörte endlich ganz auf, als 1 Zoll Gas fich erzeugt hatte, ungeachtet in jeder andern Röhre, deren unteres Ende offen war, die Zerfetzung mit voller Lebhaftigkeit fortdauerte. Während des Verfuchs bemerkte ich ein feines Durchfickern des Waffers durch

den Lack des obern Endes. Ich habe diesen Versuch schon einigemahl mit gleichem Erfolge angestellt, und will ihn mittelst anderer Vorkehrungen noch weiter verfolgen. (Vergl. oben S. 298.) — Bei einer ähnlichen Röhre, deren oberes Ende auf dieselbe Art luft- und wasserdicht, deren unteres aber nur mit einem Korkstöpfel verschlossen war, hörte ich, als das Wasser nur ungefähr noch 7 Linien über die Endspitze des obern Drahts reichte, einen Klang, der ganz dem ähnlich war, den das Verbrennen des Wasserstoffgas unter einer Glocke giebt. Dieses Phänomen habe ich bis jetzt nur Einmahl wahrgenommen.

Noch schöner, als mittelst der Kohle oder der Lichtflamme, zeigten sich mir die *Funken*, wenn ich auf ein isolirendes Gestell ein Stück Reissblei auf den einen Draht legte, und es mit dem andern, den ich mittelst einer isolirenden Zange gefasst hatte, berührte. Oft verbreiteten die Funken einen weiten Glanz um sich, wie einen Blitz. Bald sah ich sie an der Spitze des einen, bald an der des andern Drahtes, zuweilen auch in demselben Augenblicke an beiden zugleich. Wonach sich diese Verschiedenheit in ihrer Erscheinung richtet, dazu habe ich bis jetzt, aller Mühe ungeachtet, noch nicht die Regel ausfindig machen können.

Die von *Ritter* angestellten Versuche, aus denen die Identität des Galvanismus mit der Electricität hervorgeht, sind mir meist gelungen. Durch die sich beständig gleich bleibende Erfahrung, dass,

wenn man beide Drähte in eine Lichtflamme hält, sich nur an den des Zinks die Rufstheilchen, wie Eisen - Feilspäne an den Magneten, in Bart-Gestalt ansetzen, und wenn man ihn bis zur Schlagweite dem andern Drahte nähert, sich sogleich niederlegen; wird, nach meiner Meinung, die Behauptung des Bürgers Lehot, (*Annalen*, IX, 188,) dafs bei dem galvanischen Prozesse ein Strom obwalte, dessen Richtung nach der überwiegenden Gewalt hinströme, auch bei der Voltaischen Säule bestätigt. Vom Silber geht der Strom nach dem sich leichter oxydirenden Zinke hin; da er aus dessen Drahte in der Wirkungs - Atmosphäre des Silbers heraus, und in den des letztern einzuströmen sucht, so bringt er die an ihm befindlichen Rufstheilchen beim Ausströmen in Borsten - Gestalt, welches Phänomen beim geschehnen Uebergange sogleich verschwindet und beim Einströmen sich nicht zeigen kann.

Bei meinen mit *eben erst getödteten Thieren* angestellten Versuchen habe ich jederzeit gefunden, dafs, wenn man Muskel- oder Medullar - Substanz mit beiden Drähten berührt, sogleich an beiden Punkten Schaumbläschen entstehn, die durch ihren sauren und alkalischen Geschmack offenbar von einer augenblicklichen Zersetzung dieser Substanzen zeugen. Bei Thieren, die schon mehrere Stunden vorher getödtet worden, zeigte sich diese Erscheinung nicht. Der Versuch scheint mir die Anwendung der Säule gegen die Taubheit bedenklich zu machen.

4. *Von Hrn. C. F. Grashof.*

Im September 1801.

— — Ich habe einige Verſuche über das Minimum der Wirkſamkeit einer Säule bei verſchiednen Feuchtigkeiten in Hinſicht der Waſſerzerſetzung angeſtellt. Die Glasröhre, deren ich mich dazu gewiſſermaſsen als Galvanoſkop bediente, hatte 2 Zoll Länge und 2 Linien im innern Durchmeſſer. Die Kupferdrähte von der Dicke $\frac{1}{4}$ Linie ſtanden 2 Linien von einander ab. Das letzte Glied jeder Kette ſchob ich bloſs zwiſchen die Metallplatten der Säule, ſo daſs ioh dadurch ſo viel oder ſo wenig Lagen in der gröſsten Schnelligkeit verbinden konnte, als ich nur wollte; denn die Lagen über oder unter der Kette haben auf die Wirkſamkeit derſelben keinen Einfluſs. Die Reſultate einiger Verſuche dieſer Art waren folgende: Waren die Tuchplatten mit *ſalzſaurem Ammoniak*, mit welchem das Waſſer ſaturirt wurde, getränkt, ſo erhielt ich bei einer Temperatur von 15° R. ſchon bei 2 Lagen die erſten Spuren von Gas in kleinen, langſam auf einander folgenden Bläschen, die an der Spitze des Hydrogendrahts aufſtiegen. (Vergl. *Annalen*, X, 249, Anm.) Beim *ſalzſauren Mineral-Alkali* zeigte ſich dieſe Erſcheinung bei 3 Lagen. (An einem etwas kühlen Vormittage war das Verhältniſs 7 : 10; alſo ziemlich daſſelbe.) *Deſtillirtes Waſſer* gab mit ganz neuen Tuchſcheiben ſelbſt bei 40 Lagen nicht die geringſten Spuren von Gas.

Um indeſs z. B. bei 2 Lagen das Gas zu erhalten, durfte ich nicht gleich mit 2 Lagen anfangen, ſondern muſste von etwa 6 bis 7 Lagen langſam herunter gehen. — Ein nicht zu beträchtlicher Unterſchied in der Entfernung der beiden Drähte machte bei übrigens gleichen Umſtänden keinen Unterſchied. — War das Waſſer in der Röhre durch die beiden Korkſtöpſel comprimirt, ſo geſchah die Gasentwickelung ſchwerer und langſamer, als wenn von der Röhre etwa nur ⅔ mit Waſſer gefüllt waren. — Die Lage der Säule ändert in dieſen Erſcheinungen nichts. Gab eine Säule das Minimum bei 3 Lagen, ſo that ſie es in horizontaler und ſchräger Richtung eben ſo gut, als in vertikaler. Wohl aber fand ich Herrn Steffens Bemerkung, (*Annal.*, VII, 523,) beſtätigt, daſs die der Säule conforme Richtung der Drähte die thätigſte iſt.

Schon bei wenigen Lagen über das Minimum bemerkte ich bald die Entſtehung der Säure auf der Zink-, des Alkali auf der Kupferſeite. Ich brachte an jedem Pfropfe ein Blättchen Lackmus- und Curcumapapier an. An dem Drahte vom Kupfer wurde das letztere braun gefärbt, das erſtere blieb unverändert. Auf der andern Seite war es gerade umgekehrt.

5. *Von Herrn Maréchaux, Pred. der franz. wallon. Gemeinde zu Wesel.* *)

Wesel den 28sten Jan. 1802.

Es wird dem galvanisirenden Publicum nicht unangenehm seyn, durch Ihre Annalen vorläufig schon zu erfahren, daſs ich das *Waſſerblei* zu einer sehr beträchtlichen Batterie von ungefähr 300 Plattenpaaren angewandt und geprüft habe. Zu andern Versuchen dient mir ein besonderer *Galvanometer*, der schnell anspricht und sehr bestimmt die Kraft der Batterie angiebt. Die Resultate werde ich bekannt machen. — Ueber die Wirkung gröſserer Flächen habe ich bestimmte Resultate, welche diese Sache entscheiden, indem meine Vergleichungsplatten von $1\frac{1}{4}$ Zoll, *zollweise*, bis zu 8 Zoll im Durchmesser wachsen. Bis hierher kann ich Fourcroy's Meinung und seinem Versuche in Ansehung gröſserer Platten noch nicht beistimmen, da meine Versuche andere Resultate geben: doch hiervon, wenn ich von meiner ganzen Arbeit sprechen werde. — Mein Galvanometer hat mich in den Stand gesetzt, das Vermögen der verschiednen Stoffe, die in der galvanischen Batterie wirken können, genau zu bestimmen. Diese Arbeit hielt ich von besonderm Werthe.

*) Herausgeber der schätzbaren Zeitung für Naturforscher, die seit 1800 zu Wesel erscheint. *d. H.*

6. *Auszug zweier Schreiben des Herrn Prof. Ebeling an Hrn. Prof. Klügel in Halle.*

Hamburg den 22sten Dec. 1801.

Jetzt mache ich Versuche mit dem Galvanismus für mein Gehör. Die in Eutin an Vossens sehr harthörigem Sohne, an einem 20jährigen Taubstummen, an einem 17jährigen, seit dem vierten Jahre völlig tauben Mädchen, an einem andern erwachsenen, sehr harthörigen, sind in 14 Tagen fast entscheidend gewesen; alle hören. Der Taubstumme schreibt an seinen Lehrer: „ich lerne fort Rechnen und Schreiben, auch *lerne* ich jetzt *hören* bei Dr. Helwag." Sein Sprechen beschreibt mir Voss sehr merkwürdig. In Glückstadt und in Jever sind zwei Taubstumme, (der letzte in einer halben Stunde,) hörend geworden. Mein schwerhöriger Bruder, der Arzt in Lüneburg, legte nur zwei verbundene Platten auf das hautentblöfste Fleisch hinter den Ohren; dies wirkte wie das stärkste Zugpflaster, und so lange es anlag, hörte er sehr scharf. Er wird die Versuche fortsetzen. Ich habe alle Grapengiesserschen Werkzeuge, versuche aber erst äusserst gelinde. Meine Batterie ist von Zink und Letternmetall, wovon ich eine Säule von 20, aber keine von 30 Lagen aushalten kann. Diese macht Schwindel, Blitze, und nimmt den Kopf schwer ein.

Den 12ten Febr. 1802.

Von dem Galvanismus, den ich täglich eine Viertelstunde fast drei Wochen brauchte, habe ich die

Wirkung, daſs ich, was man mir deutlich ins beſſere Ohr ſagt, verſtehen kann, und das ſchlimme hört jetzt deutlich durch das Hörrohr; beides war ſonſt nicht. Ich habe harter Arbeiten wegen, und weil ich einen Fluſs an den Augenliedern mit Gerſtenkörnern bekam, die Cur ausgeſetzt.

In Jever iſt ein Apotheker, der alle Taube heilt, die *ſeine* Galvanismus-Cur aushalten können. Er hat ſo 10 Taube, worunter auch Taubſtumme, geheilt, aber er giebt gewaltige Schläge. Ein taubes Frauenzimmer ſchreibt an eine Freundin, daſs ſie dergleichen nicht aushalten könne. Durch Heftigkeit wird aber viel verdorben. Der Hofr. Helwag in Eutin hat gewöhnlich nur eine Säule von 30 Lagen im Gebrauche. In Wahren im Mecklenburgiſchen iſt ein Menſch, der in den Pocken in ſeiner Jugend das Gehör verlor, nach einer *halbjährigen* Cur geheilt. Alſo iſt die Meinung falſch, es müſſe gleich helfen oder helfe gar nicht.

---

7. *Aus einem Briefe des Herrn Profeſſors C. H. Wolke an den Herausgeber.*

Jever den 20ſten Jan. 1802.

Ich bin, mein lieber Profeſſor Gilbert, zum zweiten Mahle aus Petersburg in mein Vaterland zurückgekommen, und ſchreibe an Sie, um etwas für die von Ihnen herausgegebnen *Annalen d. Phyſik* mitzutheilen. Dürfte ich annehmen, daſs dazu auch Nachrichten von den Wirkungen der Erzie-

hung oder der Menschenbildung gehörten; so würde ich vorläufig Ihnen allerlei Rühmliches von den guten Männern erzählen, welche ehemahls mit und nach Ihnen in dem reformatorischen Erziehungs-Institute zu Dessau belehrt und gebildet wurden, und die ich zum Theil zu Petersburg und auf meinen Reisen durch verschiedne Länder als Kriegs- oder Civil-Beamte, oder als Kaufleute mit Vergnügen wieder antraf. Dieses würde den ehemahligen menschenfreundlichen Beförderern des Dessauischen Instituts gewiss angenehm seyn, und dann auch manchen noch lebenden Widersacher desselben sanft belehren, dass er zu der Zeit irrig geurtheilt, mit Unrecht einen noch nicht überall ausgelöschten Eindruck auf das Publicum gemacht, und dadurch mich, nebst den übrigen mitarbeitenden Männern, zu kränken gesucht habe. Ich stehe indess aus angeführter Ursache von dieser Erzählung ab.

Dafür hier etwas von der merkwürdigen, in Jever durch Hrn. Apotheker Sprenger ausgeübten Kunst, den Taubstummen durch die Galvanisation den Sinn des Gehörs herzustellen; eine Kunst, die ich *Voltaische*, (oder *Galvani-Voltaische*,) *Gehörgebekunst*, (*ars Voltacustica*, *l'art Voltacustique*,) benennen möchte. *) Es giebt nun, (am 20sten Januar,) schon acht Personen beiderlei Geschlechts, und von 5 bis 30 Jahren, welche durch

*) Oder besser vielleicht *Voltaisch-electrische Gehörgebekunst*. d. H.

diese höchst wohlthätige Gehörgebekunst beglückt sind. Es kommen aus der Nähe und der Ferne, aus Ostfriesland, dem Herzogthume Oldenburg u. s. w., immer mehr *Taubstumme* und *Harthörige* hier an; erstern wird fast ohne Ausnahme, von den letztern aber nur einigen geholfen. Seit meiner Ankunft in der Mitte des Decembers 1801 nehme ich fast täglich Theil an dem rührenden Schauspiele, das diese Unglücklichen gewähren, indem sie dem Empfange eines ihnen neuen und wichtigen Sinnes entgegensehen und dann allmählig dazu gelangen. Diejenigen, welche durch Umgang und Unterricht Begriffe erhalten haben, und den hohen Werth des Sinnes, der ihnen fehlt, zu schätzen wissen, werden von einem Schrecken ergriffen, der ihnen Todtenblässe verursacht, so bald zum ersten Mahle ein Schall in ihrem Kopfe ertönt. Wenn sie sich darauf erhohlen, so äussern sie noch stark gerührt ihre Freude und Dankbarkeit, welches dann andere belehrt, was für und wie viel Vergnügen sie selbst bisher genossen und die Taubstummen entbehrten. Wie viel neuen Entdeckungen darf man jetzt entgegensehen! Ich will nur Eine vorläufig erwähnen. Die Gehörgebekunst bewirkt, dass der Enttäubte anfangs nur dumpfe Töne hört, z. B. wenn man mit der Hand auf eine Schachtel oder auf ein Brett schlägt; aber wenn ein ihm naher Mann laut ruft, stark oder gellend schreit, oder wenn an eine Glocke oder auf einen ziemlich grossen Mörser geschlagen wird, so hört er nichts davon. Diese Fähigkeit,

die klingenden Töne und die menschliche Stimme zu hören, kömmt erst stufenweise einige Tage hernach.

Welch ein Leiden ist es aber nicht für mich, zu bemerken, dass die meisten Aeltern oder Verwandten der Gehörbeglückten so ganz ohne Kenntniss sind, und es so dumm anfangen, das Sprechen und das Verstehen des Gesprochnen zu lehren! So z. B. wurde hier auf sie eingefragt: „Kannst du nu hören, mīn leve Soen? Segge mi mâl, wat dat voer'n Stük Geld is, so sgast du't ôk hävven? Nu seg mi dog, wovêl de Ur slagen hât." u. s. w. Ich fühle mich hierdurch gedrungen, nächstens eine Belehrung mitzutheilen, wie die Gehörbeglückten, und überhaupt alle junge Kinder, müssen behandelt werden, um sie auf dem kürzesten Wege oder auf eine ihrer Natur gemäſse Weise zum Sprechen und Verstehen zu bringen. Der Titel soll seyn: *Nachricht von den zu Jever durch die Galvani-Voltaische Gehörgebekunst beglückten Taubstummen, nebst Anweisung, wie die Gehörbeglückten ohne Zeitverlust und auf die schicklichste Weise zum Verstehen und Sprechen, zum Lesen und Schreiben zu bringen sind.* Könnte ich an recht vielen Orten gegenwärtig seyn, wie ich es für die in Jever Beglückten und ihre Freunde bin, so würde ich mündlichen Unterricht, der den schriftlichen weit übertrifft, versprechen.

Nachschrift am 28sten Jan.

Gestern Morgen um zehn Uhr wurden die Kinder des Hrn. Siegert aus *Bremervörde*, eine Tochter von 14, und zwei Söhne von 16 und 24 Jahren, etwa 4 Minuten lang galvanisirt; eine Stunde hernach zum zweiten Mahle eben so lange; und als durch eine Wunder- oder Zauberkraft zeigte sich schon die wohlthätige Wirkung des Galvanismus. Alle drei hörten dumpfe Töne, nämlich Schläge, die man hinter ihrem Rücken auf eine Schachtel that, und deren verschiedne Anzahl sie mit den Fingern bemerkten. Der Vater zitterte und weinte dabei vor Freude; eine äusserst rührende Scene für Hrn. Sprenger, für mich und jedes fühlende Herz! Bloss bei der Rückerinnerung rollen mir wieder Freudenthränen aus den Augen. Gestern Abend um 7 Uhr nach der 4ten Galvanisirung hörten alle die drei gewesenen Taubstummen schon die klingenden Töne einer Wanduhr-Glocke, eines Weinglases, einer Flöte und Geige. Nach dem Abendessen wurde noch versucht, ob sie schon fähig wären, das leise Ticken einer Taschenuhr zu vernehmen. Auch dies war ihnen hörbar, nicht nur, wenn man ihnen die Uhr ans Ohr, sondern selbst bis auf drei Zoll weit vom Ohre hielt.

Der Vater, ein sehr umgänglicher und wohlunterrichteter Mann, versichert, (und wird sein Zeugniss auch öffentlich wiederhohlen,) dass diese seine drei Kinder von Geburt an bis zu seiner Ankunft in Jever sind taub und stumm gewesen, so dass sie nicht

den

den lautesten Schall oder Ruf haben hören können. Diese Angabe wurde auch hier untersucht und wahr befunden. Er fügte hinzu, dass seine wohlgebildeten Kinder fast immer gesund gewesen wären, und so feine Nerven hätten, dass sie Dröhnungen, durch das Hauen auf einen Ambos, das Rasseln eines Wagens auf Steinpflaster oder das Knallen einer Kanone verursacht, in gewisser Entfernung besser bemerken können, als andere. Aber an ihrer völligen Taubheit, wovon der Vater, seine Mitbürger und viele andere überzeugt sind, und die sich jetzt erst verliert, ist auch deswegen nicht zu zweifeln, weil diese drei Kinder bis jetzt nur thierische Töne, aber noch keinen articulirten Laut, noch kein *Wort* haben hervorbringen können.

Am 28sten und 29sten Januar. Die Fähigkeit, zu hören, zeigt sich bei den fortgesetzten Galvani-Voltaisationen immer deutlicher. Aber die taub Gewesenen haben doch bis jetzt noch nicht das Vergnügen, die menschliche Stimme zu hören oder den zusammengesetzten Laut eines Wortes zu vernehmen. Dieses ist erst nach einigen Tagen zu erwarten. *)

*) Aus dem, was Herr Apotheker Sprenger selbst, (unter dem 29sten Jan.) im Reichsanzeiger, No. 45, S. 545, über denselben Gegenstand sagt, verdient hier noch Folgendes nachgetragen zu werden: Die erste auffallende galvanische Cur glückte ihm an einem taub gebornen, übrigens gesun-

8. *Von Hrn. Consistorial-Secr. C. A. Hoffmann.*

Reval in Esthland den 7ten Sept. 1801.

— — Gleich nach Empfang Ihrer Annalen liefs ich mir nach Ihrer Anleitung ein Gestell zur Voltaischen Säule machen, und stellte mit Herrn Arzt, Prof. der Chemie, in Gegenwart mehrerer Freunde, mit einer Säule von 30 Rubeln, die beschriebnen Versuche an. Sie gelangen uns alle vortrefflich. Als wir versuchten, die Tuchlappen mit einer Art

den 15jährigen Jünglinge, der keinen Geruch und nie geniefst hatte, und selbst den Schall einer Trompete nicht hören konnte. Er wurde zuerst am 15ten Nov. 1801 zweimahl galvanisirt; nach der Wiederhohlung am 16ten hörte er schon dumpfe Töne, und am Abend nach der 5ten Galvanisation das Ticken einer Taschenuhr. Er niesste nun zum ersten Mahle, äufserte den gröfsten Ekel, als ihm *Assa foetida*, und lebhaftes Wohlgefallen, als ihm Lavendelöhl unter die Nase gehalten wurde. In 14 Tagen war sein Gehör vollkommen wieder hergestellt, und seitdem lernt er sprechen. — „Dieser für die Menschheit erfreuliche Versuch versammelte bei mir,“ sagt Herr Sprenger, „verschiedne Taubstumme und Harthörige, welchen, besonders den erstern, bis jetzt ohne Ausnahme, dasselbe Glück, leise Töne und Menschenstimmen zu hören, gewährt ist. — — Indessen getraue ich mir gar nicht, zu behaupten, dafs der Galvanismus ein Universal-Mittel sey, allen Taubstummen das Gehör wieder zu geben.“ *d. H.*

von Brei aus Kohlenpulver und Salmiakwasser zu befeuchten, wurde die Wirkung ausnehmend verstärkt, besonders wenn man sich auch die Finger mit diesem Breie beschmierte. — — Nehmen Sie hieraus wenigstens ab, dass wir auch hier wieder, so viel möglich, in den Wissenschaften mit fortzuschreiten suchen.

---

9. *Aus einem zweiten Schreiben des Herrn Prof. Böckmann.*

Carlsruhe den 26sten Febr. 1802.

Sie erhalten hier für die Annalen eine Uebersetzung des *Rapport fait à l'institut national, sur les expériences du Citoyen Volta*, die mir so eben als die interessanteste Novität aus Paris zugekommen ist. Volta's Theorie ist schön und mit vielem Scharfsinne abgefasst; allein sie befriedigt mich doch noch nicht ganz, und sie muss erst durch weitere Erfahrungen und Vergleichungen bestätigt werden.

VIII.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

der Utrechter Gesellschaft der Wissenschaften.

I. *Den 1sten October* 1802 wird die Gesellschaft der besten ihr eingereichten Abhandlung über einen beliebigen Gegenstand der Naturlehre eine goldne Medaille 20 Dukaten werth, und der nächst besten eine silberne Medaille zuerkennen. (*Annal.*, VII, 136.)

II. *Physikalische Preisfragen für den 1sten October* 1803. 1. Wie ist die electrische Materie ihrer Natur nach beschaffen? Ist sie zusammengesetzt? Was hat sie für Bestandtheile? Was für chemische Veränderungen leidet sie, indem sie sich mit andern Körpern vereinigt, und was für Veränderungen bringt sie in diesen Körpern hervor?

2. Die wahre Natur der Dysenterie zu bestimmen: ob sie immer dieselbe ist; was sie für Ursachen, für unterscheidende Charaktere und für Folgen hat. Welches die beste Curmethode derselben ist, und was man vom Gebrauche des Opiums in ihr zu halten hat.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, VIERTES STÜCK.

I.

BERICHT

an die mathematisch-physikalische Klasse des französischen National-Instituts

über

Volta's galvanische Versuche.

Vorgelesen am 1sten December 1801. *)

Die ersten *galvanischen* Erscheinungen, welche man wahrgenommen hat, bestanden in Zusammen-

*) „Dieser sehr interessante Bericht", (sagt Herr Professor Böckmann in Carlsruhe, dem die Annalen diesen Aufsatz verdanken, vergleiche S. 387,) „gestattete eine Menge Bemerkungen, Zusätze, und mehr oder minder wichtiger Zweifel, die, gehörig ausgeführt, vielleicht die Gröſse des Berichts würden erreicht oder selbst übertroffen haben. Da aber dadurch zu häufige und zu groſse Unterbrechungen entstehen würden, so übergehe ich hier lieber alles, und liefere bloſs eine Uebersetzung des franz. Originals,

ziehungen von Muskeln, die durch einen metallischen Bogen gereizt waren. Galvani und mehrere andere Physiker hielten sie anfangs für Wirkungen einer besondern, den thierischen Theilen inhärirenden Electricität. Volta war der Erste, der behauptete, der thierische Bogen diene bei diesen Versuchen nur dazu, jenes Fluidum aufzunehmen und bemerkbar zu machen, sey aber wenig oder gar nicht geschickt, es zu erzeugen. Der Muskelreiz, den man anfänglich für den Haupttheil dieser Erscheinung hielt, war nach seiner Meinung weiter nichts, als eine electrische Wirkung, welche durch die wechselseitige Berührung der Metalle, die den erregenden Bogen bildeten, hervorgebracht wurde. Diese Meinung, welche ihre Anhänger und Gegner fand, gab Veranlassung zu mehrern

welches folgenden Titel hat: *Rapport fait à la classe des sciences mathematiques et physiques de l'Institut national sur les expériences du Citoyen Volta. Paris chez Baudouin, imprimeur de l'Institut national.* in 4. 29. P. — Die Commission bestand aus Laplace, Coulomb, Hallé, Monge, Fourcroy, Vauquelin, Pelletan, Charles, Brisson, Sabathier, Guyton und Biot." Der Leser wird finden, dass die Darstellung von Volta's Untersuchungen und Vorstellungsarten in diesem lichtvollen Berichte, und die Grundzüge von Volta's electrischer Theorie seiner Säule, die Herr Prof. Pfaff oben S. 219 entworfen hat, auf das schönste in einander greifen. *d. H.*

Verfuchen, um fie zu beftätigen oder zu beftreiten; und, was bei neuen Entdeckungen in ihrer Kindheit gewöhnlich der Fall ift, man fah mit den Thatfachen zugleich eine Menge Anomalien erfcheinen, welche die Verbindung jener unter einander erfchwerten, und damahls fogar völlig unerklärbar waren, weil fie von fehr feinen Umftänden herrührten, deren Einflufs man noch nicht gehörig kannte.

In diefem Zuftande befand fich diefer Zweig der Phyfik, als die Commiffion ihren *erften Bericht* erftattete. *) Ihr Zweck war, mit Genauigkeit die Bedingungen zu beftimmen, unter welchen die galvanifchen Wirkungen erfolgen, und durch welche fie modificirt werden; fie verfuchte es indeffen nicht, diefe Erfcheinungen zu erklären, und begnügte fich, fie in der Ordnung darzuftellen, die ihr am zweckmäfsigften zu feyn fchien. Wir kannten damahls die Unterfuchungen noch nicht, in denen Volta bemüht war, auf dem Wege, den er fich geöffnet hatte, alle Erfcheinungen, welche der Galvanismus darbietet, mit feinen erften Entdeckungen zu vereinigen. Er hat feitdem noch viele andere, eben fo wichtige Unterfuchungen bekannt gemacht, die er durch feine äufserft fcharffinnige

*) *Compte rendu à la cl. d. fc. math. et phyf. de l'Inftit. nat. des premières expériences faites en Flor. et Prair. l'an 5 par la Commiff. nommée pour examiner et vérifier les phénomènes du Galvanisme.* 4. 101 p. Ueberfetzt in Ritter's *Beiträgen* u. f. w., B. 1, St. 1. *d. H.*

Theorie unter einander verbunden hat; und wenn gleich noch etwas zu thun übrig ist, um die Gesetze dieser sonderbaren Wirkung aufs genaueste zu bestimmen und sie einer scharfen Rechnung zu unterwerfen, so scheinen doch die vorzüglichsten Thatsachen, die ihr zur Grundlage dienen, schon jetzt fest gegründet zu seyn.

Die Commission hat für jetzt die Absicht, von diesen zur Grundlage dienenden Versuchen, und von der Art Rechenschaft zu geben, wie **Volta** sich ihrer zur Bildung seiner Theorie bedient hat. Wir sind übrigens diesem Gelehrten für die Gefälligkeit, mit der er in unsrer Gegenwart jene Versuche mehrmahls wiederhohlte, und uns so durch uns selbst von ihrer Wahrheit und Genauigkeit überzeugte, vielen Dank schuldig.

Der *Hauptversuch*, oder der, aus welchem alle übrigen sich herleiten lassen, ist folgender:

Wenn *zwei isolirte verschiedenartige Metalle*, die nur ihre eigne natürliche Electricität haben, mit einander in Berührung gebracht werden, so zeigen sie nach ihrer Trennung von einander, einen verschiednen electrischen Zustand; das eine Metall ist nämlich positiv-, das andere negativ-electrisch. Dieser Unterschied ist zwar nach jeder Berührung nur sehr geringe; wird aber die Electricität durch einen electrischen Condensator nach und nach angehäuft, so erhält sie endlich Stärke genug, um die Fäden eines Electrometers sehr merklich zur Divergenz zu bringen. Die Wirkung äufsert sich indessen blofs

bei der Berührung der Metalle, und ſie dauert ſo lange fort, als die Berührung ſelbſt; aber die Intenſität derſelben iſt nicht bei allen gleich ſtark. — Wir wollen hier nur als Beiſpiel *Kupfer* und *Zink* nehmen. Bei der gegenſeitigen Berührung dieſer Metalle wird das Kupfer *negativ*-, und der Zink *poſitiv*-electriſch.

Nachdem **Volta** die Entwickelung der metalliſchen Electricität unabhängig von irgend einem *feuchten Leiter* erwieſen hatte, wandte er nun auch dieſe Leiter an.

1. Wenn man einen Streifen von Kupfer und Zink an den Enden zuſammenlöthet, dann das Zinkende des Streifens zwiſchen die Finger nimmt, und mit dem andern Kupferende den obern Teller eines Condenſators, der gleichfalls von Kupfer iſt, berührt, ſo wird dieſer negativ geladen. Dies erhellt vollkommen aus dem vorhergegangnen Verſuche. — 2. Hält man dagegen das Kupferende in der Hand, und berührt den obern Kupferteller des Condenſators mit dem Zinkende, ſo hat ſolcher nach aufgehobner Berührung, und wenn man ihn von dem untern Teller weghebt, keine Electricität erhalten, wenn jener auch gleich mit der Erde in Verbindung wär. — 3. Legt man aber zwiſchen den obern Teller und das Zinkende ein mit reinem Waſſer getränktes Papier, oder irgend einen *feuchten Leiter*, ſo ladet ſich der Condenſator mit poſitiver Electricität. 4. Er ladet ſich gleichfalls, aber negativ, wenn man den mit dem feuchten Leiter belegten Teller mit dem Kup-

ferende berührt, indem man das Zinkende in der Hand hält. Diese Thatsachen sind zuverlässig, und durch die Commission vollkommen bestätigt worden.

Wir wollen nun sehen, wie Volta sie erklärt und mit dem vorigen Hauptversuche in Verbindung setzt.

Nach ihm äussern die Metalle, wie wir gesehn haben, und wahrscheinlich alle Körper in der Natur, eine gegenseitige Wirkung auf ihre beiderseitigen Electricitäten, von dem Augenblicke an, da sie sich berühren. Hält man den vorigen Metallstreifen an seinem Kupferende, so geht ein Theil seiner Electricität in das entgegengesetzte Zinkende. Steht dieses aber in unmittelbarer Berührung mit einem Condensator-Deckel aus Kupfer, so strebt auch dieser mit gleicher Stärke, sich eines Theils seines electrischen Fluidums in den Zink zu entledigen; der Zink kann also dem Condensator-Deckel nichts mittheilen, und dieser muss sich nach aufgehobner Berührung im natürlichen electrischen Zustande befinden. — Legt man hingegen ein *feuchtes Papier* zwischen das Zinkende des Streifens und die Kupferplatte des Condensators, so wird dadurch das Streben der Electricität nach Bewegung, welche nur in gegenseitiger Berührung der Metalle statt hat, zwischen dem Deckel und dem Zinkstreifen aufgehoben. Das Wasser, welches in Vergleich mit Metallen jene Electricität-erregende Eigenschaft nur in sehr geringem Grade besitzt, hält den Uebergang des electrischen Fluidums des Zinks zum Conden-

ſator nur ſehr wenig auf, und dieſer kann ſich daher poſitiv laden. — Berührt man endlich den Condenſator mit dem Kupferende des Streifens, ſo hindert das dazwiſchen gelegte Papier, deſſen eigenthümliche Wirkung ſehr geringe iſt, die Metallplatte des Condenſators nicht, einen Theil ihrer poſitiven Electricität in das Zinkende übergehen zu laſſen; und wird nun die Berührung aufgehoben, ſo befindet ſich der Condenſator negativ geladen.

Nach dieſer Theorie iſt es nun leicht, *die Wirkungen der Voltaiſchen Säule zu erklären.* Um dieſes mit mehr Einfachheit zu thun, wollen wir annehmen, ſie ſey auf einem iſolirenden Körper erbaut, und es ſey der Ueberſchuſs der Electricität zwiſchen einer Zinkplatte und einer Kupferplatte, die ſich einander unmittelbar berühren, durch die Einheit (= 1) ausgedrückt. *)

*) Die Menge von Electricität, die in einem Körper über ſeinen natürlichen Zuſtand angehäuft iſt, ſteht bei ſonſt gleichen Umſtänden im Verhältniſſe mit der Repulſivkraft, womit die Theile des electriſchen Fluidums ſich von einander zu entfernen ſtreben, oder womit ſie ein neues Theilchen, das ſich mit ihnen verbinden wollte, wegſtoſsen. Dieſe Repulſivkraft, welche bei freien Körpern in dem Widerſtande der Luft eine Gegenkraft findet, verurſacht das, was wir *Spannung des electriſchen Fluidums* nennen. Eine einzige Spannung reicht hier bei weitem nicht hin, die Strohhälmchen des *Voltaiſchen* oder die Kügelchen des

Besteht die Säule bloss aus *zwei* Metallplatten, deren untere Kupfer, die obere Zink sey, so kann man den electrischen Zustand der erstern durch $-\frac{1}{2}$, und den der andern durch $+\frac{1}{2}$ ausdrücken.

Setzt man noch eine *dritte* Platte, und zwar eine kupferne, hinzu, so muss man diese, wenn anders eine Vertheilung des electrischen Fluidums statt finden soll, durch eine feuchte Pappe von der der obern Zinkplatte trennen; dann aber muss die Kupferplatte den nämlichen electrischen Zustand als jene Zinkplatte erhalten, in so fern wir nämlich keine Rücksicht nehmen auf die eigne Wirkung des Wassers, die übrigens sehr geringe zu seyn scheint, so wie auch auf den etwanigen sehr unbedeutenden Widerstand, welchen diese Feuchtigkeit, als ein unvollkommner Leiter der Electricität, der Mittheilung entgegensetzen könnte. Da die Säule isolirt ist, so kann die oberste Platte ihren Ueberschuss an Electricität nur auf Unkosten des unten liegenden Kupfers erhalten. Nun sind aber die gegenseitigen Zustände dieser Metallplatten nicht mehr die nämlichen, wie im vorigen Versuche, sondern folgende: Der Zustand der *untern Kupferplatte* ist $-\frac{2}{3}$. Der Zustand der darauf liegenden *Zinkplatte* muss folglich $-\frac{2}{3}+1=\frac{1}{3}$ seyn.

Saussürischen Electrometers zum Auseinanderfahren zu bringen, und kann nur durch eine electrische Wage, [nach Coulomb's Art,] mit Genauigkeit gemessen werden. *Anm. d. Orig.*

Die *dritte Platte*, welche von Kupfer ist, und die durch eine angefeuchtete Pappe von der vorigen getrennt ist, wird die nämliche Quantität Electricität besitzen, nämlich $+ \frac{1}{3}$; und die Summe der Electricitäten, welche die erste Platte verloren hat, und welche die zwei andern Platten erhalten haben, wird noch immer o seyn, wie vorhin bei den zwei Platten. *)

Legen wir noch eine *vierte* Platte hinzu, die aus Zink seyn muss, so wird diese eine Einheit mehr haben, als diejenige Kupferplatte, worauf sie unmittelbar liegt; und da sie diesen Ueberschuss nicht anders erhalten kann, als auf Unkosten der untersten Platte, weil die ganze Säule isolirt ist, so ist nun der Zustand

für die unterste kupferne Platte — 1;

für die zweite auf ihr ruhende Platte von Zink = o;

für die dritte Platte, die von Kupfer und von der vorigen durch nasse Pappe getrennt ist, = o, so dass sich diese und die vorige Platte in ihrem natürlichen Zustande befinden;

endlich für die oberste Zinkplatte, die mit der vorigen in Berührung steht, = + 1.

Wenn man dieses Raisonnement fortsetzt, so findet man leicht den electrischen Zustand einer jeden Platte einer isolirten und aus einer willkührli-

*) Möchte doch Coulomb durch Versuche mit seiner Drehwage die Richtigkeit dieser Vorstellung über alle Zweifel erheben. *d. H.*

chen Anzahl von Platten zusammengesetzten Säule. Die Quantitäten von Electricität werden für jede Platte vom Anfange bis zum Ende der Säule in einer arithmetischen Progression wachsen, deren Summe = 0 ist. *)

Nehmen wir, der Einfachheit wegen, an, die Zahl der Platten sey gerade, so ist es leicht, sich durch eine sehr einfache Rechnung davon zu überzeugen, dass die unterste Kupferplatte und die oberste Zinkplatte einerlei Grad von Electricität haben müssen, die eine positive, die andere negative; und das nämliche wird von je zwei Platten gelten, die beide in gleichmäsigen Entfernungen von den Enden der Säule genommen werden. — Vor dem Uebergange von dem positiven Zustande in den negativen wird die Electricität Null, und es werden immer zwei Platten, eine von Zink, die andere von Kupfer, im natürlichen Zustande seyn müssen; diese werden wir in der Mitte der Säule finden, wie man solches z. B. in dem Falle mit vier Scheiben gesehn hat. **)

Es werde nun *das untere Ende der Säule mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt.* Die unterste Kupferplatte, welche negativ-electrisch ist, strebt,

*) Also nach dem Schema *C*, S. 240, nur dass dort die Spannung, die hier 1 gesetzt ist, 2 gesetzt wurde. *d. H.*

**) Berechnungen hiernach in Anmerkung I zu diesem Aufsatze.

das, was sie an Electricität verloren hat, wieder zu erlangen, kann aber offenbar ihren electrischen Zustand nicht verändern, ohne dass sich auch der electrische Zustand der obern Platten mit verändert, weil der Unterschied ihrer Electricitäten im Zustande des Gleichgewichts immer derselbe seyn muss. Daher werden denn alle negativen Grössen der untern Hälfte der Säule vermittelst der Erde in ihren absolut-electrischen Zustand zurückgebracht, und die *unterste* Platte von Kupfer wird einerlei Grad von Electricität mit dem Boden, den wir hier durch o ausdrücken, annehmen. Die *zweite* Platte, von Zink, welche unmittelbar die vorige berührt, wird + 1 haben; die *dritte* Kupferplatte, welche durch angefeuchtete Pappe vom Zink getrennt ist, hat, wie sie, + 1; die *vierte* Platte, welche von Zink ist und die vorige berührt, wird + 2 haben: und auf diese Weise werden die Quantitäten von Electricität der verschiednen Platten nach einer arithmetischen Progression wachsen. *)

Berührt man jetzt mit einer Hand die oberste Platte der Säule, und mit der andern die unterste, so werden sich diese Ueberschüsse von Electricität durch die Organe des Körpers in das gemeinschaftliche electrische Reservoir, (die Erde,) entladen, und um so mehr im Körper eine starke Erschütterung verursachen, da sich dieser Verlust nur vermit-

*) Also nach dem Schema *A*, S. 240. *d. H.*

teilst des Erdbodens ersetzen kann, und da folglich ein electrischer Strom entstehen muss, der sich im Innern der Säule mit so viel grösserer Geschwindigkeit als in den Organen, welche nur unvollkommne Leiter sind, bewegt, dass dadurch der innere Theil der Säule eine Spannung annehmen kann, die derjenigen gleicht, die er im Zustande des Gleichgewichts hatte. *)

Wenn man während dieser Verbindung der untersten Platte mit der Erde das obere Ende der Säule mit dem obern Teller eines *Condensators*, dessen unterer Teller mit dem Boden in leitender Verbindung steht, in Berührung bringt; so wird die Electricität dieses obern Endes, die doch immer nur einen geringen Grad von Spannung hat, in den Condensator übergehen, wo die Spannung für Null angesehn werden kann. Da aber die Säule jetzt nicht isolirt ist, so wird sich dieser Verlust durch die Erde wieder ersetzen; die neuen Quantitäten von Electricität, welche so die obere Platte unausgesetzt erhält, gehn, wie die vorigen, in den Condensator über, und häufen sich endlich dergestalt in dem sammelnden Teller an, dass man sehr deutliche electrometrische Anzeigen, sogar Funken, daraus erhalten kann. — Was die Grenzen dieser Anhäufung betrifft, so ist es offenbar, dass sie von der Dicke des dünnen Harzüberzuges, wel-

*) Vergl. die Berechnungen in Anmerkung II, [und das Schema *E*, S. 240. *d. H.*]

cher die beiden Metallteller des Condensators von einander trennt, abhängt. Vermöge ihrer kann die in dem sammelnden Teller angehäufte Electricität auf die Electricität des untern Tellers nur in einiger Entfernung wirken; und sie ist daher immer beträchtlicher, als diejenige, welche ihr in der letztern das Gleichgewicht hält. Daher entsteht denn in dem sammelnden Teller eine kleine Spannung, welche die Spannung an dem obersten Ende der Säule zur Grenze hat.

So wie sich die Electricität der Säule in dem Condensator anhäuft, wird sie sich auch im Innern einer *Leidener Flasche,* deren äussere Fläche mit der Erde in Verbindung steht, anhäufen; und da sich die Säule, so wie sie sich entladet, auf Unkosten der Erde wieder ladet, so wird sich auch die Flasche weiter laden, was sie auch für eine Capacität habe. Allein die innere Spannung derselben kann nie stärker werden, als die ist, welche am obersten Ende der Säule statt hat. Nimmt man nun die Flasche weg, so muss sie eine dem Grade von Spannung correspondirende Erschütterung geben, welches auch durch die Erfahrung vollkommen bestätigt wird. *)

Diese Erscheinungen müssen alle so geschehen, wenn man die Wirkung des Wassers auf Metalle als etwas sehr geringes übergeht, und wenn man annimmt:

*) Vergl. die Berechnungen in Anmerk. III.

1. dafs der Uebergang des electrifchen Fluidums in der ifolirten Säule von einem Plattenpaare zum andern durch die naffen Pappfcheiben, welche jene von einander trennen, gefchehe, wenn auch zwifchen beiden Enden der Säule keine Verbindung ftatt hat; und

2. dafs der Ueberfchufs an Electricität, den der Zink vom Kupfer erhält, für diefe beiden Metalle conftant fey, fie mögen fich nun im natürlichen Zuftande befinden oder nicht.

Volta unterftützt den erften Satz durch einen Verfuch, den wir bereits angeführt haben, und wobei fich der Condenfator ladet, wenn man den mit naffem Papiere bedeckten fammelnden Teller mit dem Kupferende eines metallifchen Streifens berührt, deffen anderes Ende von Zink in der Hand gehalten wird.

Was die zweite Vorausfetzung betrifft, fo ift es die einfachfte, welche man aufftellen kann. Hätten wir uns überzeugen wollen, wie weit fie mit der Natur übereinftimmt, fo wäre eine Reihe fehr feiner Verfuche erforderlich gewefen, zu deren Anftellung wir keine Gelegenheit hatten.

Bisher nahmen wir zwar, um etwas Beftimmtes zu haben, an, dafs die Säule aus Kupfer und Zink zufammengefetzt fey; allein es läfst fich die nämliche Theorie eben fo auf irgend zwei *andere Metalle* anwenden, und die Wirkungen der verfchiednen Plattenpaare, aus denen man fie erbauete, werden von den Unterfchieden der Electricität abhängen,

welche im Augenblicke der Berührung zwifchen ihnen entftehn.

Das vorhin Gefagte erftreckt fich gleichfalls auf alle andere Körper, zwifchen denen eine ähnliche Wirkung ftatt haben kann. Ift gleich im Allgemeinen diefe Wirkung zwifchen *Flüffigkeiten und Metallen* nur fehr geringe, fo giebt es doch einige Flüffigkeiten, wie z. B. das liquide *Schwefelkali*, wo die Wirkung auf Metalle fehr bemerkbar wird. Es gelang den *Engländern* fogar, durch dergleichen Schwefelverbindungen einen der metallifchen Beftandtheile der Säule zu erfetzen; es hat aber auch fchon vor ihnen Pfaff bei feinen Verfuchen folche gebraucht.

Volta hat in diefer Rückficht zwifchen den *Metallen* ein fehr merkwürdiges Verhältnifs entdeckt, welches den Bau einer Säule mit diefen Subftanzen allein ganz unmöglich macht. Wir wollen feine Ideen hier angeben, ob wir gleich die Gelegenheit nicht hatten, fie zu beftätigen.

Legt man die Metalle nach folgender Ordnung übereinander: *Silber*, *Kupfer*, *Eifen*, *Zinn*, *Blei*, *Zink*, fo wird jedes derfelben durch die Berührung mit dem vorangegangnen *pofitiv*-, und mit dem folgenden *negativ*-electrifch; die Electricität geht daher vom Silber zum Kupfer, vom Kupfer zum Eifen, vom Eifen zum Zinne, u. f. fort. Dabei zeigt fich, (und von diefer Eigenfchaft ift hier die Rede,) dafs die erregende Kraft des Silbers gegen den Zink der Summe der erregenden Kräfte der Metalle, welche

in der ganzen Reihe zwischen beiden liegen, völlig gleich ist; woraus sich denn ergiebt, daſs, wenn man sie in dieser, oder in irgend einer beliebigen Ordnung mit einander in Berührung setzt, die äuſsersten Metalle immer in dem nämlichen Zustande seyn werden, als wenn sie sich unmittelbar berührten; und daſs man daher, man mag irgend eine Anzahl Glieder annehmen, die so geordnet sind, und deren äuſserste Enden z. B. Silber und Zink sind, die nämlichen Resultate erhalten würde, als wenn diese Glieder bloſs aus jenen beiden Metallen gebildet wären; das heiſst: man würde gar keine Wirkung, oder eben dieselbe erhalten, welche ein einzelnes Glied hervorgebracht haben würde.

Bis jetzt scheint es, daſs diese so eben erwähnte Eigenschaft sich auf alle festen Körper erstreckt; allein zwischen festen und tropfbar-flüssigen finden sie nicht statt. Eben daher gelingt uns die Construction der Säule durch Zwischenlegen von Flüssigkeiten. Daher entsteht Volta's Eintheilung der Leiter in zwei Klassen, wovon die erste die *festen Körper*, die zweite die *flüssigen* begreift. Auch hat man bis jetzt diese Säulen nur durch eine schickliche Anordnung der Körper aus diesen beiden Klassen erbauen können. Der Bau einer Säule mit Körpern erster Klasse allein ist etwas unmögliches; mit der gegenseitigen Wirkung der Körper, welche die zweite Klasse ausmachen, sind wir noch nicht genau genug bekannt, um zu entscheiden, ob von ihnen eine gleiche Behauptung gilt.

Wir

Wir nahmen bisher an, dafs die naſſen Pappen, welche zwiſchen den Plattenpaaren der Säule liegen, mit *reinem Waſſer* getränkt wären. Braucht man indeſſen ſtatt jenes Waſſers eine *Salzauflöſung*, ſo wird die Erſchütterung zwar unvergleichbar ſtärker; aber die durch das Electrometer angegebne Spannung ſcheint wenigſtens nicht in gleichem Verhältniſſe zuzunehmen. Volta hat uns dieſe Thatſache mittelſt ſeines Apparats mit Gläſern erwieſen, in welche er erſt reines, dann geſäuertes Waſſer hineingoſs.

Er ſchlieſst aus dieſem Verſuche, daſs die *Säuren* und die *Salzauflöſungen* die Wirkung der Säule dadurch vorzüglich verſtärken, daſs ſie *die Leitungsfähigkeit des Waſſers*, womit die Pappen getränkt ſind, vermehren. Was die *Oxydation* betrifft, ſo hält er ſolche für eine Wirkung, die eine innigere Berührung zwiſchen den Gliedern der Säule hervorbringt, und die ſo mit beiträgt, daſs die Wirkung anhaltender und kräftiger wird.

Dies iſt ungefähr der kurze Inhalt der *Voltaiſchen Theorie* über die Electricität, die man bisher die *galvaniſche* nannte. Sein Zweck war, durch ſie alle Erſcheinungen auf eine einzige zurückzuführen, deren Wirklichkeit jetzt vollkommen beſtätigt iſt: nämlich auf die *Entwickelung der metalliſchen Electricität durch die gegenſeitige Berührung von Metallen.* Es ſcheint durch dieſe Verſuche erwieſen zu ſeyn, daſs die *beſondere Flüſſigkeit*, welcher man *eine Zeit lang die Muskelbewegungen zuſchrieb, nur*

die gewöhnliche Electricität ist, welche *durch eine Ursache, deren Natur wir noch nicht kennen, wovon wir aber die Wirkungen sehen, in Bewegung gesetzt wird.*

Es ist das Eigenthümliche der Wissenschaften, dass die glänzendsten Entdeckungen nur ein noch weiteres Feld zu neuen Untersuchungen eröffnen. Nachdem wir die gegenseitige Wirkung der Metalle auf einander erkannt, und gleichsam durch eine Art von Näherung berechnet haben, ist uns noch übrig, diese Wirkung auf eine genaue Art zu bestimmen; zu untersuchen, ob sie für die nämlichen Metalle constant, oder vielleicht nach den Quantitäten von Electricität, die sie enthalten, und nach den Temperaturen verschieden ist. Ueberdies muss man die eigenthümliche Wirkung berechnen, welche die Flüssigkeiten gegenseitig aufeinander und auf die Metalle äussern. Erst, wenn dieses geschehn ist, lassen sich Rechnungen auf genauere Data gründen, durch die man sich zu dem wahren Gesetze erheben wird, welchem die Vertheilung und Bewegung der Electricität in dem *Voltaischen* Apparate folgen, und erst dadurch wird die Erklärung aller Erscheinungen, welche dieser Apparat darbietet, vollständig gemacht werden. Aber diese feinen Untersuchungen erfordern die genauesten Instrumente, welche bis jetzt von Physikern zum Messen der Stärke des electrischen Fluidums erfunden sind.

Es sind endlich noch die *chemischen Wirkungen* dieses electrischen Stroms, die *Wirkungen desselben*

auf die thierische Oekonomie, und sein *Verhältniss gegen die Electricität der Mineralien und Fische* zu erforschen; Untersuchungen, die nach den bereits bekannten Thatsachen gewiss sehr interessant seyn müssen.

– Wenn eine schon sehr bearbeitete Wissenschaft noch um einen Schritt weiter fortrückt, entstehn zwischen ihren einzelnen Zweigen neue Verbindungen, und man blickt dann gerne zurück, um den Weg zu messen, den man durchlaufen hat, und um zu sehen, wie der menschliche Geist sich ihn bahnte. Gehen wir z. B. auf den Ursprung der Electricität zurück, so finden wir sie in dem Anfange des letztern Jahrhunderts noch bloss auf zwei Erscheinungen, auf die *Attraction* und *Repulsion*, beschränkt; Dufay war der Erste, welcher die beständigen Gesetze auffand, denen diese Erscheinungen unterworfen sind, und der ihre scheinbaren Unregelmässigkeiten erklärte. Seine Entdeckung der *zweierlei Arten* der Electricität, nämlich der *Harz*- und *Glas*-*Electricität*, gründete die Pfeiler dieser Lehre; und Franklin, der sie unter einem neuen Gesichtspunkte darstellte, bauete darauf seine schöne Theorie, welcher sich alle Erscheinungen, selbst die Wirkung der Leidener Flasche, ganz natürlich anpassen lassen. Aepinus lieferte endlich den vollständigen Beweis dieser Theorie, vervollkommnete sie dadurch, dass er sie der Rechnung unterwarf, und gelangte, vermittelst der Analysis, bis zu den Erscheinungen, welche Volta so glücklich auf den

Condensator und Electrophor angewandt hat. Noch fehlte das Gesetz der electrischen Attraction und Repulsion. Es wurde durch genaue Versuche bestimmt; und da es sich an das Gesetz des Magnetismus anschliefst, so fand man, dass es das nämliche sey, wornach sich die Anziehung der Himmelskörper richtet. Man weiss, dass Coulomb der Urheber dieser Entdeckung ist.

Endlich erschienen die *galvanischen Phänomene*; so sonderbar in ihrem Gange, und scheinbar so verschieden von Allem, was man bisher kannte. Anfangs schuf man sich zu ihrer Erklärung eine besondere Flüssigkeit, allein durch eine Reihe sinnreicher und mit Scharfsinn angeordneter Versuche, fasste Volta den Gedanken, sie insgesammt auf eine einzige Ursache, nämlich die *Entwickelung der metallischen Electricität*, zurückzuführen. Er bediente sich derselben zum Baue eines Apparats, bei dem man im Stande ist, die Stärke nach Belieben zu erhöhen, und verbindet sie durch seine Resultate mit wichtigen Erscheinungen der Chemie und der thierischen Oekonomie.

In Gemässheit des Vorschlags eines der Mitglieder dieses Instituts, (Bonaparte's,) welcher der Commission mitgetheilt worden, machen wir den Antrag, dass dem Bürger Volta die goldne Medaille des Instituts möge zuerkannt werden, sowohl als Beweis der Zufriedenheit der Klasse für die schönen Entdeckungen, womit er die Theorie der Electricität bereicherte, wie auch als ein Zeichen

des Dankes, dafs er fie dem Inftitute fo bereitwillig mitgetheilt hat.

ANMERKUNGEN.

Berechnungen über Volta's Säule.

I.

Es fey n die Anzahl der Plattenpaare der Säule, fo ift die ganze Anzahl der einzelnen Platten, woraus fie befteht, $= 2n$. Wir nehmen ferner an, dafs die *unterfte Platte* immer von *Kupfer*, die *oberfte* von *Zink* fey, und wir wollen die Quantität von Electricität, die fich in der letztern über ihren natürlichen Zuftand anhäuft, durch x ausdrücken. Es werden dann die Spannungen der verfchiednen *Zinkplatten* vom obern Ende der Säule bis an ihre Bafis herab, folgende arithmetifche Progreffion bilden:

$$x;\ x-1;\ x-2 \ldots\ldots\ x-(n-1),$$

deren Summe ift $nx - \frac{n.n-1}{2}$.

Die *Kupferplatten* werden gleichfalls folgende Progreffion bilden:

$$x-1;\ x-2;\ x-3;\ \ldots\ldots\ x-n,$$

deren Summme ift $nx - \frac{n.n+1}{2}$.

Die Total-Summe diefer Spannungen der Zinkplatten und der Kupferplatten ift $2nx - n^2$.

Sie mufs im Zuftande des Gleichgewichts Null feyn, wenn die Säule *ifolirt* ift und blofs ihre ur-

ſprüngliche Menge von Electricität hat, die wir durch o ausgedrückt haben; denn alsdann können die obern Platten ihren Ueberſchuſs nur auf Koſten der untern erhalten. In dieſem Falle wird alſo $2nx - n^2 = 0$; woraus ſich ergiebt $x = \frac{n}{2}$.

Dieſes iſt die Spannung der *oberſten* Platte im Zuſtande des Gleichgewichts; die Spannung der *untern* Platte, welche $x - n$ iſt, wird durch dieſen Werth von x folgende: $x - n = -\frac{n}{2}$.

Sie iſt die nämliche wie die vorhergehende, mit Ausnahme des vorſtehenden Zeichens.

Die Spannung der *m^{ten} Zinkplatte*, vom *obern* Ende der Säule an gerechnet, wird ſeyn:

$x - (m - 1)$ oder $\frac{n}{2} - (m - 1)$.

Die Spannung von einer *Kupferplatte*, welche ſich in gleich weiter Entfernung von dem *untern* Ende der Säule befindet, wird ſeyn:

$x - n + m - 1$ oder $-\frac{n}{2} + m - 1$.

Sie iſt die nämliche wie die vorherige, mit Ausnahme der Zeichen; und wenn daher die Säule iſolirt iſt und nur ihre natürliche Quantität von Electricität beſitzt, ſo haben die von den Enden gleich weit entfernten Platten gleiche Electricität, die eine poſitive, die andere negative.

Iſt eine Zinkplatte da, die ſich in ihrem natürlichen Zuſtande befindet, ſo wird ihre Spannung

Null feyn; ihre Ordnung würde daher durch folgende Gleichung beftimmt: $\frac{n}{2} - (m - 1) = 0$, woraus fich ergiebt $m = 1 + \frac{n}{2}$.

Soll *m* eine pofitive und ganze Zahl feyn, fo mufs *n* eine gerade Zahl feyn. Dann ift die Kupferplatte, welche die nämliche Spannung hat, mit entgegengefetzten Zeichen genommen, auch im natürlichen Zuftande; und da ihre refpectiven Entfernungen von den zwei Enden der Säule $1 + \frac{n}{2}$ find, fo werden fich beide Platten in der Mitte der Säule befinden.

II.

Steht die Bafis einer Säule aus *n* Plattenpaaren *mit der Erde in Verbindung*, fo erhält man für die Spannungen der *Zinkplatten* von oben herab folgende arithmetifche Progreffion:

$n;\ n - 1;\ n - 2;\ \ldots\ldots\ 1;$

deren Summe ift $\frac{n \cdot \overline{n + 1}}{2}$.

Die *Kupferplatten* bilden von oben herab folgende Progreffion:

$n - 1;\ n - 2;\ n - 3;\ \ldots\ldots\ 0;$

deren Summe ift $\frac{(n - 1)\, n}{2}$.

Addirt man diefe Summen zufammen, fo erhält man n^2, als die Quantitäten von Electricität, welche die Säule über ihren gewöhnlichen Zuftand

hat. Dieſes iſt nun die Ladung der Säule. Sie wird durch die Quadratzahl von n ausgedrückt, ſo wie die Spannung der obern Platte durch die erſte Dignität von n. Es werden daher, bei ſonſt gleichen Umſtänden, die Phänomene, welche von der *Quantität* der Electricität abhängen, die ſich in der Säule anhäuft, mit der Höhe der Säule ſchneller wachſen, als diejenigen, welche bloſs von der *Spannung* abhängen.

III.

Die electrometriſchen Zeichen ſind bei einer *iſolirten* Säule ſehr ſchwach; ja, es iſt bei einer geringen Anzahl von Plattenpaaren gar nicht einmahl möglich, den Condenſator merklich zu laden. Die Rechnung zeigt den Grund dieſer Erſcheinung ſehr leicht, und wir wollen uns hierbei um ſo lieber verweilen, weil dieſe Reſultate ſehr geſchickt ſind, uns das Spiel des Condenſators bemerkbar zu machen.

Es ſey q die Capacität des ſammelnden Tellers vom Condenſator, und man nehme die Capacität einer von den Platten der Säule für die Einheit an; ſo werden Quantitäten von Electricität qa und a erforderlich ſeyn, um den Teller und die obere Endplatte der Säule in gleiche Spannung a zu verſetzen. Es ſey ferner die condenſirende Kraft des Inſtruments $= i$, wenn ſeine beiden Teller aufeinander geſetzt ſind, und der untere mit der Erde in Verbindung ſteht; ſo daſs alſo eine durch b aus-

gedrückte Spannung bei der Verbindung der Teller, nach ihrer Trennung, bi wird.

Wenn die Säule *nicht isolirt* ist, so ist die Spannung der obersten Zinkplatte $= n$, (Anmerk. II.) Bringt man nun diese Platte mit dem sammelnden Teller des Condensators in Berührung, so wird sie ihm einen Theil ihrer Electricität abtreten; da sich aber dieser Verlust auf Kosten der Erde wieder ersetzt, so wird ihre Spannung die nämliche bleiben, und die Spannung des Condensators wird auch $= n$ werden. Die absolute Quantität, womit er geladen seyn wird, und die wir X′ nennen wollen, steht im Verhältnisse seiner Capacität und condensirenden Kraft; man erhält daher für eine nicht-isolirte Säule $X' = qni$.

Ist im Gegentheile die Säule *isolirt*, so kann sich die obere Platte mit dem Condensator nicht ins Gleichgewicht setzen, ohne dass sich ihre Spannung verändert. Diese Spannung sey im Zustande des Gleichgewichts $= x$, so wird die durch den Condensator verschluckte Quantität $= qix$ seyn.

Die Summe der Spannungen aller Platten der Säule ist aber, (Anm. I,) $2nx - n^2$. Diese Summe nebst der Ladung des Condensators wird Null in einer isolirten Säule, welche nur ihre natürliche Quantität von Electricität hat. Man erhält daher zur Bestimmung von x folgende Gleichung:

$$2nx - n^2 + qix = 0,$$

woraus sich ergiebt $x = \dfrac{n^2}{2n + qi}$.

Dieses ist der Ausdruck der Spannung für den obersten Theil der Säule. Man muss ihn durch q^i multipliciren, um die *Ladung des Condensators* mittelst der isolirten Säule zu haben. Nennt man diese X, so erhalten wir jetzt

$$X = \frac{n^2 q i}{2n + qi}.$$

Setzt man für qni seinen Werth X′, so ergiebt sich

$$X = X' \cdot \frac{n}{2n + qi}.$$

Die Grösse $\frac{n}{2n + qi}$ ist nothwendig ein Bruch, der um desto kleiner wird, je stärker die Kraft des Condensators ist; daher ladet sich der Condensator weit schwächer, wenn die Säule isolirt, als wenn sie es nicht ist.

Man habe zum Beispiel 30 Paare Metallplatten; der Condensator besitze nur die Capacität von einer dieser Platten, und er condensire 120mahl, wie es der Voltaische thut; so wäre

$n = 30$; $q = 1$; $i = 120$;

folglich $X = \frac{1}{6} X'$.

Die Ladung des Condensators ist daher an der isolirten Säule 6mahl kleiner, als an der nicht-isolirten.

Die Capacität des sammelnden Tellers ist gewöhnlich grösser als 1. Setzen wir solche $= 4$, indess die andern angenommenen Grössen unverändert bleiben, so findet man $X = \frac{1}{18} X'$.

Folglich ist die Ladung in diesem zweiten Falle achtzehnmahl geringer, als im ersten.

Wenn bei einer isolirten Säule die Zahl der Plattenpaare gerade ist, so müssen sich in ihrer Mitte 2 Platten befinden, die eine von Zink, die andere von Kupfer, welche in ihrem natürlichen Zustande sind. Dieses hat nicht mehr auf dieselbe Weise statt, wenn der Condensator an dem obern Theile der Säule angebracht ist; dadurch verändert sich der Punkt des Ueberganges von der positiven Electricität zur negativen. Nach I ist die Spannung der m^{ten} Zinkplatte, vom obersten Theile der Säule an gerechnet:
$x - (m - 1)$.

Soll diese Spannung Null werden, so müsste $m = 1 + x$ seyn. Oder setzt man für x dessen Werth $\frac{n^2}{2n + qi}$, so müsste $m = 1 + \frac{n^2}{2n + qi}$ seyn. Der Werth von m, und folglich die Ordnung derjenigen Platte, die sich im natürlichen Zustande befindet, hängen folglich, wie man sieht, von der Anzahl der Platten und der Stärke des Condensators ab. Ferner muss noch, wenn die verlangte Bedingung möglich seyn soll, m eine ganze Zahl seyn. — So würde in einem der vorigen Beispiele, wo $n = 30$, $q = 1$, $i = 120$ war, $m = 6$ seyn; das heisst, es würde sich die 6te Zinkplatte, vom obern Ende an gezählt, im natürlichen Zustande befinden. Aber ohne die Wirkung des Condensators würde $m = 16$, und folglich erst die 16te Platte, von oben herunter, im natürlichen Zustande gewesen seyn.

Ueberhaupt wird, wenn n unverändert bleibt, der Werth von m in dem Verhältnisse kleiner, wie qi zunimmt. Der Uebergang der positiven Electricität zur negativen in der Säule geschieht daher desto näher an dem obern Ende, je stärker der an diesem Ende angebrachte Condensator ist.

Wäre qi unendlich, so wäre $m = 1$; das heifst, wenn die Stärke des Condensators ansehnlich genug ist, dafs die Electricität, womit ihn die Säule ladet, keine merkliche Spannung bei ihm hervorbringt, so wird er alle diese Electricität verschlucken; die Säule wird negativ werden, und nur die oberste Platte wird sich im natürlichen Zustande befinden. Dies ist der Fall bei einer Säule, die an ihrer Basis isolirt ist, und deren oberste Zinkplatte mit der Erde in Verbindung steht.

Wir wollen nun sehen, was geschehen würde, wenn der Condensator, statt an dem obersten Theile der Säule, an irgend einer Zinkplatte, deren Entfernung, vom obern Ende der Säule gerechnet, m wäre, angebracht würde. Die Spannung dieser Platte ist, nach I, $x - (m - 1)$; und folglich wäre dann die Ladung des Condensators $qi.(x - (m - 1))$. Addirt man hierzu die Summe der Quantitäten der in der Säule enthaltnen Electricität, welche $2nx - n^2$ beträgt, so müfste die Summe im Zustande des Gleichgewichts Null seyn. Dies giebt zur Bestimmung von x folgende Gleichung:

$$2nx - n^2 + qi\,(x - (m - 1)) = 0,$$

woraus sich ergiebt

$$x = \frac{n^2 + qi\,(m-1)}{2n + qi}.$$

Hieraus sieht man, daſs sich in der obern Platte die Spannung nach Beschaffenheit der Lage des Condensators verändert. Ist $m = 1$, oder wird der Condensator am obersten Theile der Säule angebracht, so wird, wie zuvor, $x = \frac{n^2}{2n + qi}$.

Vermittelst dieser Formeln kann man bei einer gegebnen Lage des Condensators, die Ordnung einer in ihrem natürlichen Zustande der Electricität sich befindenden Platte finden. Denn wenn man diese Ordnung, vom obersten Ende an gerechnet, $= m'$ setzt, so ist $m' = 1 + x$,

oder $m' = 1 + \frac{n^2 + qi\,(m-1)}{2n + qi}$.

Um dem Gesetze dieser Veränderungen noch ferner nachzuspüren, bemerke man, daſs, wenn $m - 1$ kleiner ist als $\frac{n}{2}$, der Condensator an der obern Hälfte der Säule angebracht sey, hingegen an der untern Hälfte, wenn $m - 1$ diese Gröſse übersteigt. Ist $m - 1 = \frac{n}{2}$, so ist der Werth

$$x = \frac{n^2 + qi\,(m-1)}{2n + qi},$$

theilbar durch $2n + qi$, und giebt als Quotienten $x = \frac{n}{2}$;

das heiſst, wenn man den Condenſator in der Mitte der iſolirten Säule anbringt, ſo iſt nicht nur die Spannung der obern Platte die nämliche wie zuvor, ſondern auch die Ladung des Condenſators

$qi\ (x - (m - 1))$

wird dann folgende ſeyn: $qi\left(x - \frac{n}{2}\right)$,

und wird, nach Subſtituirung des vorigen Werths von x, $= 0$. Folglich wird der Condenſator gar keine Electricität annehmen.

Setzen wir $m - 1 = \frac{n}{2} - \omega$,

wo ω in der obern Hälfte der Säule poſitiv, in der untern aber negativ iſt, ſo erhalten wir für x folgenden Ausdruck:

$$x = \frac{n}{2} - \frac{qi \cdot \omega}{2n + qi}.$$

So lange ω poſitiv bleibt, wird x kleiner als $\frac{n}{2}$ ſeyn; wird aber ω negativ, ſo wird es gröſser als $\frac{n}{2}$. Daher nimmt die Spannung der oberſten Platte ab, wenn man den Condenſator an der obern Hälfte der Säule anbringt; ſie wird hingegen ſtärker, wenn dies an der untern Hälfte geſchieht.

Die Ladung des Condenſators wird ausgedrückt durch

$qi\ (x - (m - 1))$.

Setzt man nun $\frac{n}{2} - \omega$ für $m - 1$, ſo haben wir

$$qi\left(x - \frac{n}{2} + \omega\right).$$

Subſtituiren wir endlich für x ſeinen Werth, und drücken wir die Ladung des Condenſators durch X aus, ſo findet man

$$X = \frac{2n\omega}{2n + qi}.$$

X iſt daher poſitiv oder negativ, je nachdem ω das eine oder andere iſt. Daher ladet ſich der Condenſator poſitiv, wenn man ihn an der obern Hälfte der Säule anbringt; er wird hingegen negativ geladen, wenn man ihn mit der untern Hälfte derſelben verbindet.

Der Werth von x, der die Spannung der oberſten Platte ausdrückt, iſt, wie wir ſo eben gefunden haben, folgender:

$$x = \frac{n}{2} - \frac{qi\omega}{2n + qi}.$$

Wenn der Condenſator an der unterſten Zinkplatte der Säule angebracht iſt, ſo wird

$$\omega = -\frac{n}{2} + 1;$$

folglich $m = n$, und

$$x = \frac{n}{2}\left(1 + \frac{qi}{2n + qi}\right) - \frac{qi}{2n + qi};$$

folglich wird dann der Ausdruck für die Spannung der letzten Kupferplatte, welche $x - n$, folgender:

$$x - n = \frac{n}{2}\left(-1 + \frac{qi}{2n + qi}\right) - \frac{qi}{2n + qi}.$$

Ist die Stärke des Condensators unendlich, so wird die Grösse $\frac{qi}{2n + qi} = 1$,

daher ist dann $x - n = -1$; $x = n - 1$.

Das heisst, wenn die Stärke des Condensators beträchtlich genug ist, dass die Electricität, welche die Säule an ihn abtritt, keine merkliche Spannung in dem sammelnden Teller hervorbringt, so wird er alle negative Electricität neutralisiren, ausgenommen die von der untern Platte. Die Zinkplatte, woran der Leiter angebracht ist, wird sich im natürlichen Zustande befinden; die unmittelbar darunter liegende Kupferplatte wird — 1 haben und der Rest der Säule positiv seyn. Dies ist der Fall bei einer Säule, welche mit Kupfer anfängt und sich mit Zink endigt, und wo die erste Zinkplatte, von der Basis an gerechnet, mit der Erde in Verbindung steht.

Es liessen sich noch mehrere Erscheinungen der Voltaischen Säule der Rechnung unterwerfen; allein um diese auf genauere Data gründen zu können, würden vorher sehr genaue Versuche erfordert. Daher begnügen wir uns für jetzt damit, gezeigt zu haben, auf welche Weise man zu solchen Berechnungen gelangen kann.

II.

II.

Ueber *die sogenannte galvanische Electricität,*

von

Alexander Volta,
Professor der Physik zu Pavia.

Vorgelesen in der Sitzung der physik. und mathem. Klasse des National-Instituts am 21sten Nov. 1801, (30sten Brumaire Jahr 10.) *)

Ich habe zwar schon in einer andern Vorlesung **) die Gründe auseinandergesetzt, warum ich das *galvanische Fluidum* oder *Agens* für einerlei mit dem *eigentlichen electrischen Fluidum* halte, und glaube die Identität beider durch so bestimmte und entscheidende Versuche dargethan zu haben, daſs sich an ihr nicht mehr zweifeln läſst. ***) Doch hat es nichts auf sich, wenn man bei der an sich falschen

*) Aus dem Abdrucke dieser Vorlesung in den *Annales de Chimie*, t. 40, p. 225 — 256, zusammengezogen vom Herausgeber.

**) Wahrscheinlich die vom 7ten Nov., (vergleiche *Annalen*, IX, 493.) *d. H.*

***) Man vergl. *Annalen*, IX, 379 und 492, so wie die Schreiben des Hrn. Dr. van Marum im zweiten Hefte des gegenwärtigen Bandes, besonders S. 131, und den Aufsatz des Herrn Prof. Pfaff eben daselbst. *d. H.*

merkbar ist, zuzuschreiben ansteht, da die stärksten Entladungen der mächtigsten Electrisirmaschinen, und die schnellesten, noch so lange fortgesetzten electrischen Strömungen, sie so nicht zu bewerkstelligen vermögen.

2. Um diese Einwürfe vollständig zu heben, scheint es mir nöthig zu seyn, mit möglichster Genauigkeit *den Grad der Electricität, welche in der Berührung zweier verschiedenartiger Metalle rege wird, zu bestimmen.* Ich wähle dazu die beiden Metalle, die sich am meisten entgegengesetzt, und daher verhältnissmäfsig am wirksamsten sind: *Silber* und *Zink.* *) Beide wohl gereinigt und polirt, miteinander in einem oder mehrern Punkten in unmittelbare Berührung gebracht, verlieren ihr electrisches Gleichgewicht; das electrische Fluidum zieht sich aus dem Silber nach dem Zinke, wird in jenem verdünnt, in diesem verdichtet, und erhält sich in ihnen in diesem Zustande von Verdünnung und Verdichtung, wofern sie nicht mit andern Leitern in Verbindung stehn, die, dem Gesetze des electrischen Gleichgewichts gemäfs, jenem die fehlende Electricität zuführen, aus diesem die angehäufte

*) Die electrische Wirksamkeit beider Metalle wird keinesweges geschwächt, vielmehr in gewissem Grade erhöht, wenn das *Silber* mit etwas *Kupfer* legirt ist, wie es in den meisten Silbermünzen zu seyn pflegt; oder wenn man den *Zink* mit *Zinn* vermischt, oder *Zink* mit einem Antheile *Zinn* und *Blei* amalgamirt. *Volta.*

ableiten. *Bis auf welchen Grad wird nun das electrische Fluidum hierbei aus seiner Stelle getrieben oder impellirt; im Silber vermindert, im Zinke vermehrt?* Mein Strohhalm-Electrometer zeigt im Silber $\frac{1}{60}$ Grad negative, und im Zinke $\frac{1}{60}$ Grad positive Electricität. *) Ich werde weiter unten die Belege hierzu liefern. **)

3. Eine electrische Spannung, die kaum auf $\frac{1}{60}$ Grad steigt, ist offenbar viel zu geringe, um an einem Strohhalm-Electrometer, oder selbst an Bennet's Goldblatt-Electrometer wahrgenommen zu werden, ungeachtet dieses, das feinste aller Electrometer, viermahl empfindlicher als jenes ist.

*) Im Originale steht die entgegengesetzte Aussage, aber nur durch einen offenbaren Schreib- oder Druckfehler. *d. H.*

**) Ich habe dieses *Strohhalm-Electrometer* umständlich in meinen Briefen an Prof. Lichtenberg über die electrische Meteorologie beschrieben. (Alex. Volta's meteorol. Briefe; a. d. Italiän. übersetzt, B. 1, Leipzig 1793. 8.) Es gleicht sehr den Electrometern Cavallo's und Saussüre's, nur dass ich statt der beiden Metalldrähte mit Holundermark-Kügelchen, zwei dünne, 3 Zoll lange cylindrische Strohhälmchen nehme, die an einem feinen Drahte in dem Glase hängen. Es hat einen gleichförmigern Gang als jene, und die Grade von Electricität lassen sich besser längs der ganzen Ausdehnung der Scale messen. Entfernen sich die Enden um $\frac{1}{2}$ Linie von einander, so ist das eine Divergenz von 1°. *Volta.*

Doch kann ich diese so geringe Electricität an beiden merkbar machen, ja selbst ihre Art, ob sie positiv oder negativ ist, bestimmen, wenn ich dabei den *Condensator* zu Hülfe nehme; ein Instrument, dessen Construction die sorgfältigste Aufmerksamkeit verdient. *)

4. Der beste Condensator, den ich am häufigsten brauche, besteht aus zwei Messingscheiben, jede von 2 bis 3 Zoll Durchmesser, deren Oberflächen gut gereinigt, aufeinander abgerieben und polirt sind, so dass sie genau aufeinander schliessen. Die Flächen, welche bestimmt sind, aufeinander zu liegen, werden mit einer sehr dünnen Lage von Siegellack, oder noch besser von Lack-, Copal- oder Bernsteinfirniss überzogen, welche sie zwar hindern, sich unmittelbar zu berühren, nicht aber, sich einander möglichst zu nähern, welches bei so geringer Electricität besonders nöthig ist. An der entgegengesetzten Seite haben sie in ihrer Mitte gläserne, mit Siegellack überzogne Handgriffe, damit

*) Dieses Instrument, das ganz meine Erfindung ist, und das ich in den englischen *Transactions*, in Rozier's *Journal de Physique*, in meinen meteorologischen Briefen u. s. w. beschrieben habe, ist zwar allen Physikern bekannt; doch wird es nicht immer mit der Aufmerksamkeit und Vorsicht gebraucht, welche zum Glücken der folgenden Versuche, die ich in Gegenwart mehrerer, welche sie zu sehn wünschten, oft wiederhohlt habe, unumgänglich nöthig sind. *Volta.*

man sie völlig isolirt erhalten, und sie isolirt von einander entfernen könne. Man kann eben so gut auch andere Metallscheiben nehmen, ja selbst hölzerne Scheiben, die man ganz oder zum Theil mit Stanniol oder Blattsilber bekleidet, und mit Wachsleinwand oder Taffent überzieht, und zwar haben letztere den Vorzug, dass sie sich von beträchtlicher Grösse machen lassen, ohne zu schwer zu werden. Allein diese Art von Condensator ist von einem sehr viel eingeschränktern Gebrauche; sammelt sich gleich auch hier die Electricität in der einen Scheibe, vermöge der Einwirkung der entgegengesetzten Electricität in der andern, mit der Erde in leitender Verbindung stehenden Scheibe, der eigenthümlichen Wirkung der electrischen Atmosphären gemäss an; so zerstreut sie sich doch sehr schnell, und geht in wenigen Minuten oder Sekunden in die andere Scheibe über, wofern ihr Ueberzug nicht ausserordentlich trocken ist; und besonders ist Wachsleinwand ein sehr schlechtes Trennungsmittel. In Scheiben, die mit Siegellack oder Harzfirniss überzogen und gehörig trocken sind, erhält sich dagegen die angesammelte Electricität, bei nicht allzufeuchter Luft, mehrere Stunden lang.

5. Mit einem solchen Condensator stelle ich nun folgende Versuche an: Ich bringe zwei gleiche Scheiben *Z* aus Zink und *S* aus Silber, (z. B. eine Münze,) zur Hälfte übereinander, dass die Peripherie der einen durch das Centrum der andern geht, und befestige sie in dieser Lage mittelst einer Schraube,

eines durchgeschlagnen Nagels, oder durch Löthung, so dass sich kein fremder Körper zwischen ihnen befindet. Darauf fasse ich die Zinkscheibe *Z* mit den Fingern, und bringe die Silberscheibe *S* einige Zeit lang mit dem Deckel des Condensators, dessen untere Platte mit dem Boden verbunden ist, in Berührung, wobei sich die Electricität des Silbers in ihm anhäuft, seiner Capacität und der Kraft entsprechend, welche ihm die Einwirkung der untern Platte ertheilt, wie ich das in meiner Theorie dieses Instruments gezeigt habe. Nehme ich nun die Silberscheibe fort, und hebe den Deckel des Condensators ab, so zeigt er, mit dem Hute meines Strohhalm-Electrometers in Berührung gebracht, an diesem Electrometer 2, 3, wohl selbst 4 Grad *negativer* Electricität. *)

*) Wenn sich die Strohhälmchen meines Electrometers um 2°, mithin ihre untern Enden um 1 Linie von einander entfernen, (2. Anm.,) so läſst sich nicht bloſs diese Spannung, sondern auch aus ihrem Zusammengehn oder Entfernen, wenn man ihnen eine geriebne Siegellack- oder Glasstange nähert, selbst die Art der Electricität, schon recht wohl erkennen. Bei 3 bis 4°, wo sich die Strohhälmchen um 1½ bis 2 Linien entfernt haben, ist beides noch mehr in die Augen fallend; und man bedarf dazu keines Goldblatt-Electrometers, das um 4 bis 8 Linien divergiren, und dabei leicht an die Wände des Glases anschlagen würde. *Volta.*

6. Faſſe ich dagegen das Silberſtück *S* mit den Fingern, und bringe das Zinkſtück *Z* mit dem Deckel des Condenſators in Berührung; ſo zeigt der anſammelnde Deckel am Strohhalm-Electrometer 3 bis 4 Grad *poſitiver* Electricität.

7. Hierbei muſs jedoch bemerkt werden, daſs, wenn der Deckel des Condenſators aus Kupfer beſteht, der Zink ihn nicht unmittelbar berühren dürfe: denn das Kupfer treibt das electriſche Fluidum faſt mit gleicher Stärke als das Silber dem Zinke zu, ſo daſs dieſer ſich dann zwiſchen zwei faſt gleichen, einander entgegen wirkenden Kräften befinden würde, bei denen ſich im Deckel nur höchſt wenig, kaum wahrnehmbare Electricität anhäufen könnte. Man muſs dann zwiſchen beide einen *Leiter zweiter Klaſſe*, d. i. einen feuchten Körper, bringen, da dieſe anderer Natur ſind, und in der Berührung mit den Metallen ein ſehr viel geringeres Erregungsvermögen, als zwei Metalle gegenſeitig beſitzen. Gewöhnlich lege ich ein Stück naſs gemachter Pappe auf den colligirenden Deckel, und bringe damit den Zink in Berührung. Das electriſche Fluidum, welches unaufhörlich vom Silber zum Zinke getrieben wird, ſtrömt nun, ohne Widerſtand zu finden, durch den feuchten Leiter in den colligirenden Deckel, und dieſer äuſsert nun beim Aufheben ungefähr 3° *poſitiver* Electricität, während bei unmittelbarer Berührung zwiſchen dem Zinke und dem Kupferdeckel keine Wirkung wahrzunehmen iſt.

8. Wenn der Condensator-Deckel aus Kupfer mit dem Silber in Berührung steht, so gelingt der Versuch ohne Dazwischenkunft eines feuchten Leiters, (5,) weil diese beiden Metalle fast eine gleiche electrische Kraft besitzen, und in ihrer gegenseitigen Berührung nur ein sehr schwacher Andrang vom Silber nach dem Kupfer entsteht, der es nicht zu hindern vermag, dass, vermöge des entgegengesetzten Andranges vom Silber zum Zinke, das electrische Fluidum aus erstern in den letztern überströme. Das seiner Electricität beraubte Silber entzieht dem Deckel Electricität, und so zeigen sich endlich in diesem ungefähr 3° *negativer* Electricität.

9. Diese und ähnliche Versuche scheinen mir darzuthun, dass die Kraft, welche das electrische Fluidum impellirt, nicht in der Berührung eines der Metalle mit einem feuchten Leiter, sondern in der gegenseitigen Berührung beider Metalle, in ihrem Berührungspunkte, ihren Ursprung hat. Denn der erste und zweite Versuch, (5, 6 und 7,) zeigen, dass der Condensator mit ungefähr 3° Electricität geladen wird, gleich viel, ob die Zwischenwirkung eines feuchten Leiters ins Spiel tritt oder nicht.

10. Dass die Berührung des Metalles und der Finger an dieser Erregung der Electricität keinen Antheil habe, zeigt sich sogleich, wenn man die Versuche so anstellt, dass die Finger oder andere feuchte Leiter ganz ausser Spiel bleiben. Zu dem Ende braucht nur, während die eine Metallplatte

den Deckel des Condenſators berührt, die Capacität der andern iſolirten ſehr erhöht zu werden, welches z. B. geſchieht, wenn man ſie mit der innern Belegung einer nicht geladnen Leidener Flaſche in Berührung ſetzt, die nicht iſolirt ſeyn muſs, um viel Electricität aufnehmen zu können. Dann ladet ſich der Deckel des Condenſators, zwar nicht, wie zuvor, bis zu 3°, aber doch wenigſtens, nach Verſchiedenheit der Umſtände, bis auf 1 oder 2° — *E* oder + *E*, je nachdem er mit dem Silber oder dem Zinke in Berührung ſteht.

11. Schon vor mehrern Jahren, (in meinen Briefen an Gren 1796 und an Aldini 1798, die man in Brugnatelli's Annalen der Chemie findet,) *) habe ich ein anderes Verfahren beſchrieben, welches mir dieſelben Reſultate gegeben hat. Zwei mit iſolirenden Handgriffen verſehne Platten, eine von Zink, die andere von Silber, die genau zuſammenpaſsten und wohl polirt waren, (und eben dadurch, abgeſehn von ihrem Vermögen, Electricität zu erregen, fähig wurden, zugleich als Condenſator zu wirken, wie ich das in den angeführten Briefen weiter auseinander geſetzt habe,) zeigten, als ſie eine Zeit lang aufeinander gelegen hatten, beim Trennen an meinem Strohhalm-Electrometer ungefähr 3° Electricität, der Zink poſitive, das Silber negative. Da hier der Erfolg ohne alle Zwi-

*) Ueberſetzt in Ritter's *Beiträgen zum Galvanismus*, B. 1, St. 3. d. H.

schenwirkung feuchter Leiter statt findet, welcher Ursach läſst sich da der Impuls der electrischen Flüssigkeit anders, als lediglich der gegenseitigen Berührung verschiedenartiger Metalle zuschreiben? *)

12. Wird das electrische Fluidum denn aber gar nicht in der Berührung eines *Metalles* mit einem *feuchten Leiter* impellirt und erregt? Daſs dieses wirklich geschieht, habe ich durch viele andere Versuche bewiesen, die man in den erwähnten Briefen beschrieben findet. Nimmt man zum feuchten Leiter *reines* oder *salziges Wasser*, so ist indeſs dieser Impuls so äuſserst schwach, daſs er sich mit dem Impulse bei zwei verschiedenartigen Metallen, wie Zink und Silber oder Kupfer, nicht vergleichen läſst. Einige *concentrirte Säuren*, einige *alkalische Flüssigkeiten*, die *Schwefelalkalien* u. s. w. machen hierbei jedoch eine Ausnahme, da sie in der Berüh-

*) Um hierbei noch auffallendere Zeichen von Electricität zu erhalten, bringt Volta, nachdem die isolirten Scheiben aus Zink und Kupfer in Berührung gewesen, und getrennt worden sind, die eine mit dem Deckel, und zugleich die andere mit der untern Platte eines Condensators, der auf einem Electrometer liegt, in Berührung, und wiederhohlt dieses 10- bis 20mahl. Hebt er dann den Deckel des Condensators auf, so divergirt das Electrometer an der untern Platte des Condensators um 10 bis 20 Grad. (Volta's Brief an Delametherie im *Journal de Physique*, t. 53, p. 311.) *d. H.*

rung mit verschiednen Metallen eine sehr merkliche Impulsion bewirken.

13. So wurde fast einerlei Menge von negativer Electricität, nämlich 3°, im kupfernen Deckel des Condensators angehäuft, die Silberscheibe mochte ihn im ersten Versuche, (5,) unmittelbar, oder mittelst einer mit Wasser genässten Pappe berühren. Und gerade so viel positive Electricität, 3°, häufte sich in ihm auf, wenn die Zinkscheibe mit der nassen auf ihm liegenden Pappe in Berührung gewesen war, (7.)

14. Da zwei sich berührende Platten Zink und Silber, gleich viel, welches ihre Grösse und Gestalt ist, stets einem guten Condensator, von der Art wie ich ihn beschrieben habe, diese Grade von Electricität mittheilen,*) und ich die ansammelnde Kraft

*) Es kömmt hierbei, bemerkt Volta im *Journal de Physique*, a. a. O., keinesweges auf die Grösse der Fläche an, in der sich beide Metalle berühren; geschieht die Berührung auch nur in einigen Punkten, so ist doch die electrische Spannung bei Zink und Kupfer $\frac{1}{60}$ Grad des Strohhalm-Electrometers, und bei Zink und Silber ein klein wenig grösser. Dieses beweist Volta mittelst verschiedner Paare Zink- und Kupferplatten, deren Platten beide gleich und ähnlich, oder von sehr ungleicher Grösse oder Gestalt, und bald nur in einigen Punkten, bald in grössern Flächen in Berührung, bald an den Enden zusammengelöthet sind. Alle diese Plattenpaare geben mit-

des Condensators, dessen ich mich bediene, mit grosser Genauigkeit durch Versuche bestimmt habe, welche hier anzuführen zu weitläufig seyn würde;*) so war es mir nun leicht, die Intensität oder Spannung zu bestimmen, welche die Electricität in einer Zink- und einer Silberplatte, die sich berühren, haben muss; Spannungen, die sich in ihnen erhalten oder erneuern, so lange die Platten in Berührung bleiben oder aufs neue in Berührung gebracht werden. Ein Condensator, der die Electricität bis zum 120fachen anhäuft, bringt so z. B. nach der Berührung mit einer der beiden Platten, das Electrome-

telst des Condensators gleichmässig, eine wie die andere, Spannungen von $\frac{1}{60}$ Grad. *d. H.*

*) Ein solches Mittel ist unter andern folgendes: Ich theile dem Deckel des Condensators, während er auf der untern Platte steht, die mit der Erde verbunden ist, mittelst einer Leidener Flasche, die bis auf 1, 2 oder 3° meines Strohhalm-Electrometers geladen ist, eine gleich-starke Electricität von 1, 2 oder 3° mit, und beobachte dann den Grad der Electricität, den der Deckel nach dem Aufheben am Electrometer zeigt. Je nachdem dieser um das 100- oder 150fache grösser ist, hatte sie sich im Condensator bis zum 100- oder 150fachen angehäuft und condensirt. Da die Capacität des Strohhalm-Electrometers zu eingeschränkt ist, um eine so grosse Menge von Electricität zu fassen, so bediene ich mich hierbei eines Quadranten-Electrometers, dessen Scale sich leicht mit jenem vergleichen lässt. *Volta.*

ter zu einer Divergenz von 2°; woraus ich schliesse, dass die electrische Spannung des colligirenden Deckels, so lange er auf der untern Platte des Condensators aufstand, 120mahl kleiner, mithin nur von $\frac{1}{60}$ Grad gewesen sey, und dass die Zink- oder Silberscheibe, die während dieser Zeit mit ihm in Berührung war, wenigstens dieselbe electrische Spannung gehabt haben müsse, weil sie sie diesem Deckel hat mittheilen können, so wie sie sie jedem andern Leiter, selbst der Leidener Flasche, wie wir weiterhin sehen werden, mittheilt. Dasselbe schliesse ich daraus, dass bei einer 180-, 240-, 300fachen Condensirung, (die sich leicht in einem guten Condensator, dessen Platten gehörig polirt und überfirnisst sind, erhalten lässt,) das Strohhalm-Electrometer um 3, 4, 5 Grade divergirt; welches gleichmäsig auf $\frac{1}{60}$ Grad Spannung in der Scheibe deutet, die man mit dem Deckel des Collectors in Berührung gebracht hat.

15. Dieses sind die Resultate, die ich erhalte, auf so verschiedne Art ich auch die beschriebnen Versuche abändere. Sie beweisen insgesammt, dass die *electrische Spannung*, die in der gegenseitigen Berührung von Zink und Silber in jedem dieser beiden Metalle entsteht, $\frac{1}{60}$ Grad eines Strohhalm-Electrometers beträgt, und im Zinke *positiv*, im Silber *negativ* ist. Andere Metalle geben in ihrer gegenseitigen Berührung eine um so geringere Spannung, je weniger sie in dem Vermögen, Electricität zu erregen, von einander verschieden sind, und je näher

ſie in folgender Reihe oder Stufenfolge neben einander ſtehn: *Silber*, *Kupfer*, *Eiſen*, *Zinn*, *Blei*, *Zink*; *) in welcher Ordnung das electriſche Fluidum ſtets vom Vorhergehenden zum Folgenden getrieben wird. Es giebt indeſs einige Materien, welche die Electricität noch mit mehr Kraft, als das Silber, den andern Metallen, beſonders dem Zinke, zuzutreiben ſcheinen; nämlich *Reiſsblei*, mehrere Arten von *Kohle*, und beſonders der *ſchwarze kryſtalliſirte Braunſtein*. Letzterer erzeugt in ſeiner Berührung mit dem Zinke faſt eine doppelt ſo groſse Spannung als Silber und Zink, nämlich eine Spannung von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{35}$ Grad.

16. Es iſt leicht abzuſehn, daſs die Zinkplatte, wenn ſie mittelſt eines wäſsrigen Leiters mit dem Deckel des Condenſators in Verbindung ſteht, dieſem nur dann ſo viel Electricität, daſs er bis zur Spannung von $\frac{1}{60}$ Grad gelangt, zuführen kann, wenn das Silberſtück entweder zwiſchen den Fingern gehalten wird, oder mit der Erde frei verbunden iſt, oder wenn ſie mit einem ſehr groſsen Leiter oder viel faſſenden Recipienten, wie z. B. mit einer groſsen Leidener Flaſche u. dergl., in Verbindung ſteht. Denn wäre die Silberſcheibe iſolirt, ſo könnte ſie dem Zinke und dem Condenſator nicht mehr Electricität

*) Man findet in meinen Abhandlungen dieſe *Stufenfolge* auf viel mehrere Metalle und Halbmetalle, ſelbſt auf Kieſe, Kohlen u. ſ. w., ausgedehnt.
Volta.

ctricität ablaſſen, als durch die ſie auf eine Spannung von $\frac{1}{60}$ Grad käme. Gute Leiter müſſen ihr die Electricität, die ſie verliert, immer wieder zuführen; nur dann kann ſich die Electricität im Condenſator in dem angezeigten Grade anhäufen. — Daſſelbe iſt umgekehrt der Fall, wenn das Silber den Condenſator berührt. Denn bliebe dabei der Zink iſolirt, ſo nähme er aus dem Silber und dem Condenſator nicht mehr als das Wenige von Electricität auf, welches die Zinkſcheibe auf $\frac{1}{60}^{\circ} + E$ bringt, als das *Maximum* möglicher Spannung.

17. Man ſieht hieraus, daſs, wenn ſich gleich zwei verſchiedne Metalle berühren, ſie doch, ſelbſt mittelſt des beſten Condenſators, keine Spur von Electricität geben können, wofern nicht, während das eine Metall mit dem Condenſator in Verbindung iſt, das andere mit einem groſsen Leiter, oder mit einem Recipienten von hinlänglicher Capacität in leitender Verbindung ſteht. Und doch habe ich 1796 ziemlich beträchtliche Zeichen von Electricität, lediglich mittelſt des Contacts zweier verſchiedner iſolirter Metalle, ohne Mitwirkung eines andern Leiters, oder ſelbſt des Condenſators, erhalten. Allein da in dieſem Verſuche die beiden Metalle ſich in groſsen, wohl polirten Flächen berührten, ſo verrichteten ſie zugleich das Geſchäft von *Erregern* und von *Condenſator*, wie das in den Abhandlungen bewieſen iſt, die ich 1797 bekannt gemacht habe. Man findet in ihnen mehrere Verſuche mit verſchiednen Metallplatten, die, wenn man ſie in Berührung

ſetzt, und darauf wieder trennt, am Electrometer ſehr merkliche Zeichen von Electricität geben.

18. Alle dieſe Verſuche, nach welchen die Zinkſcheibe wiederum 2, 3, 4° + *E*, die Silberſcheibe eben ſo viel Grade — *E* zeigte, folgen aus denſelben Principien, nämlich daraus, daſs in der Berührung die Electricität vom Silber in den Zink ſo lange getrieben wird, bis eine Spannung von etwa $\frac{1}{60}$ Grad Electricität, negativer im erſtern, poſitiver im letztern, entſteht. *) Die Menge von Electricität, welche, um dieſe Tenſion hervorzubringen, der einen Scheibe von der andern mitgetheilt wird, iſt um ſo gröſser, da ſie, vermöge ihrer groſsen Nähe, (dem gegenſeitigen Conter-Balanciren der entgegengeſetzten Electricitäten entſprechend,) die Stelle vortrefflicher Condenſatoren vertreten.

19. So iſt es alſo auf alle Art bewieſen, daſs die *electriſche Spannung*, die poſitive im Zinke, wie die negative im Silber, ungefähr $\frac{1}{60}$ Grad des Strohhalm-Electrometers beträgt, und daſs ſie ſich in dieſem Zuſtande während der ganzen Zeit erhält, in der dieſe beiden Metalle ſich berühren, wofern dieſe nicht mit andern Leitern in Verbindung ſtehn, welche das erregte electriſche Fluidum aufnehmen oder fortleiten.

*) Einige Verſuche hatten mich anfangs glauben gemacht, dieſe Spannung ſteige nur bis auf $\frac{1}{200}$ Grad des Strohhalm-Electrometers. Allein ich habe mich ſeitdem überzeugt, daſs ſie viel ſtärker, und ſo iſt, wie ich ſie hier angebe. *Volta.*

20. Der überzeugendste Beweis, dass dieses die wahre Spannung ist, welche diese beiden Metalle in ihrer gegenseitigen Berührung bewirken, erhielt ich durch eine Menge von Versuchen, worin ich statt Eines Paars mich *mehrerer Paare* solcher sich berührender Metalle, Zink und Silber, oder Zink und Kupfer, bediente. Je nachdem ich 2, 3, 4 solcher Paare nahm, erhielt ich die 2fache, 3fache, 4fache Spannung, d. h. Spannungen von $\frac{2}{60}$, $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$ Grad; Grössen, die ich mittelst meines Condensators verificirte, der, wenn er z. B. 120mahl condensirte, von einem einzelnen Paare bis 2° des Strohhalm-Electrometers geladen wurde, dagegen bei vereinter Wirkung von 2, 3, 4 Metallpaaren, sich bis 4, 6, 8 Grad Divergenz lud. Dieses war der grosse Schritt, der mich gegen Ende des Jahrs 1799 zu der Construction des *neuen Apparats* führte, den ich *Electro-motor*, (*Electro-moteur*,) nenne, der alle Physiker in Erstaunen gesetzt, und mir volle Genüge geleistet hat, (*m'a comblé de satisfaction*,) ohne mich doch zu überraschen, weil die Entdeckung, die ich hier erzählt habe, mir im Voraus den Erfolg verbürgte. *)

*) Eine sehr interessante Geschichte der Entdeckung der wundervollen Voltaischen electrischen Säule, welche Volta in seinem französisch geschriebnen Briefe an Banks, (*Como den 20. März 1800*,) der im zweiten Theile der *Philosophical Transactions for* 1800, No. 17, p. 403—431, abgedruckt ist: (*Von der Electricität, welche durch blosse Berührung*

21. Eine der einfachsten Methoden, diese Versuche mit mehrern Metallpaaren anzustellen, ist folgende: Man lege auf eine Silbermünze eine Zinkscheibe, darauf eine in Wasser getränkte Scheibe aus Pappe, Tuch, oder einen andern spongiösen Körper, und fahre in dieser Ordnung fort, bis man eine beliebige Menge solcher L gen oder Schichtungen, (*étages*,) in Säulenform übereinander gehäuft

leitender Körper verschiedner Art erregt wird; in einem Briefe Alex. Volta's *an Sir* Jos. Bank's; *vorgelesen den* 26sten Juni 1800,) zuerst öffentlich bekannt gemacht hat, und der noch früher als in den *Transactions*, in Nicholson's *Journal of natural philosophy*, Juli 1800, in einem zweckmäsigen Auszuge, (den der Leser aus den *Annal.*, VI, 340, kennt, vergl. *Annalen*, VII, 190,) im Drucke erschien. Eine vollständige Ueberfetzung von Volta's Brief findet man in Herrn Professor Trommsdorff's schätzbarer *Allgem. chemischen Bibliothek des 19ten Jahrh.*, B. 1, St. 2, S. 1—22; sie schien mir für die Annalen durch jenen Auszug und eine Menge ähnlicher Abhandlungen entbehrlich zu seyn. — *Electro-motor* müsste wohl unverändert in unsre electrische Sprache übergetragen werden, da die Verdeutschung: *Electricitäts-Erreger*, nicht ohne Zweideutigkeit seyn würde. Volta stellt diesen Namen schon in seinem Briefe an Banks auf. Die *chemischen Wirkungen* sind in diesem Apparate, nach ihm, nur secondäre Effecte, d. h. Wirkungen des in der geschlossnen Säule unaufhörlich circulirenden electrischen Fluidi. *d. H.*

hat, wie es beiliegendes Schema zeigt, worin S Silber, Z Zink, H den feuchten Leiter bedeuten:

SZH SZH SZH SZH SZH SZH SZ *)

Ist der Apparat so vorgerichtet, so bringe man die oberste Platte eines Metallpaars mit dem Deckel des Condensators in Berührung, während man die unterste Platte der Säule mit der Hand berührt oder mit dem Boden in leitende Verbindung setzt; eine Bedingung, von der ich gezeigt habe, warum sie unnachläslich ist, (16.) So erhält der Condensator mittelst 2 Plattenpaare eine Spannung von $\frac{2}{60}$, und mittelst 3, 4, 10, 20 Paare von Metallplatten, Spannungen von $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$, $\frac{10}{60}$, $\frac{20}{60}$ Grad, so dass, wenn der Condensator 120mahl condensirt, der Deckel desselben, nach dem Aufheben, das Strohhalm-Electrometer zu einer Divergenz von 4, 6, 8, 20, 40 Grad bringt. **)

*) Statt dieses Schemas ist im Originale eine Säule in Kupfer abgebildet, worin die Scheiben so von unten nach oben aufeinander liegen, wie sie hier von der Linken zur Rechten aufeinander folgen. Das Kupfer hat weiter nichts Merkwürdiges, als dass die Pappscheiben etwas kleiner als die Metallscheiben sind, weshalb ich es fortlasse. *d. H.*

**) Da die Intensität der Electricität, wie Coulomb gefunden hat, nicht, (wie Volta hier und durch diesen ganzen Aufsatz rechnet,) nach den *einfachen* Entfernungen, sondern nach den *Quadraten* der Entfernungen zunimmt, bis auf welche durch sie ein leichtes Kügelchen abgesto-

22. Warum es nöthig ist, zwischen jedes Metallpaar einen feuchten Leiter zu bringen, erhellt hinlänglich aus dem, was ich in 7 bemerkt habe. Ohne ihre Dazwischenkunft würde jede Zinkplatte von beiden Seiten mit Silberstücken in Berührung stehn, und von zwei gleichen entgegengesetzten Kräften afficirt werden, daher das Resultat aller dieser Wirkungen dem der obersten und untersten Platte auf einander gleich seyn müfste. Wären diese verschiedenartige Metalle, so träte die Wirkung eines einzigen Plattenpaars und eine Tension von $\frac{1}{60}$ Grad ein; wären sie einerlei Metall, so fände selbst gar keine Wirkung statt. — Daher ist es unmöglich, eine verstärkte Wirkung, d. h. eine gröfsere Tension als von $\frac{1}{60}$ Grad, wie sie ein einziges Plattenpaar giebt, zu erhalten, wenn man blofs Silber- und Zinkstücke, ihre Gestalt und Gröfse sey welche sie wolle, ohne Zwischenwirkung eines dritten feuchten Leiters, der von minderer Energie ist, (8,) übereinander schichtet.

ssen wird; so sind Volta's Aussagen nicht in aller Strenge richtig; besonders würde bei 20facher und 40facher Intensität die Divergenz merklich geringer als 20 und 40 Grad seyn. Doch beruht der grofse Werth dieses Aufsatzes überhaupt wohl nicht auf der Genauigkeit der Zahlbestimmungen, und es würde unrecht seyn, Volta'n darüber in Anspruch zu nehmen; diese wird uns wahrscheinlich Coulomb durch Versuche mit seinen Drehwagen nachtragen. *d. H.*

23. Selbst durch Uebereinanderschichtung von drei verschiedenartigen Metallen und mehrern, läfst sich, ohne feuchte Leiter, keine Verstärkung der Electricität bewirken, weil die Kraft, womit die Leiter erster Klasse sie in ihrer gegenseitigen Berührung aus dem einen in den andern treiben, in bestimmtem Verhältnisse steht. Das heifst: gesetzt, das Silber treibe das electrische Fluidum dem Kupfer mit einer Kraft = 1, das Kupfer dem Eisen mit einer Kraft = 2, das Eisen dem Zinne mit einer Kraft = 3, dieses dem Bleie mit einer Kraft = 1, endlich das Blei dem Zinke mit einer Kraft = 5 zu; so treibt Silber dem Zinke, den es unmittelbar berührt, die Electricität mit einer Kraft = 12; Kupfer dem Zinne mit einer Kraft = 5, und Eisen dem Zinke mit einer Kraft = 9 zu, u. s. w. So ist immer die Kraft oder Impulsion, mit der zwei Metalle auf das electrische Fluidum wirken, der Summe der Kräfte der in der Reihe der Metalle zwischen ihnen liegenden gleich. In einem blofs aus Metallen errichteten Apparate ist es daher gleichgültig, ob die zwischen der obersten und der untersten Platte liegenden Metallplatten da sind oder nicht; und wie man diese auch ordnen möge, immer ist die electrische Kraft völlig dieselbe, welche entsteht, wenn die beiden Endplatten sich unmittelbar berühren.

24. Dieses artige Verhältnifs, diese regelmäfsige Gradation in den electrischen Kräften der Metalle, und überhaupt der Leiter erster Klasse, das ich

gleich im Anfange meiner hierher gehörigen Untersuchungen aufgefunden, und in verschiednen Aufsätzen umständlicher entwickelt habe, benimmt uns die Möglichkeit, einen verstärkten Apparat bloss aus Metallen zu erbauen, welches gewiss unendlich bequemer und dauerhafter seyn würde. Allein deshalb darf man die Erfindung eines andern *Electromotors*, der ganz aus festen Körpern bestünde, nicht für unmöglich erklären. Hierzu würde die Auffindung eines festen Leiters ohne alle Erregungskraft, (oder der sie in einer ganz andern Beziehung besässe,) den man statt der feuchten Leiter zwischen die Metallpaare bringen könnte, hinreichend seyn; eine Entdeckung, die mir zwar sehr schwierig, aber doch nicht ganz unmöglich scheint.

25. Zum Glück findet zwischen den Metallen oder Leitern erster Klasse, und den feuchten Leitern oder denen zweiter Klasse kein solches regelmässiges Verhältniss, und keine solche bestimmte Gradation statt, (sie würde sie zu Einer Klasse reduciren,) sonst könnte selbst das Zwischenlegen feuchter Leiter keine verstärkte Wirkung vermitteln. Zwar äussert sich in der Berührung eines Metalles mit einem feuchten Leiter eine kleine electrische Wirkung; allein sie ist weit geringer als die zwischen zwei sehr verschiedenartigen Metallen, (22,) und ist ausser allem Verhältnisse mit der, welche die Metalle gegenseitig äussern. Wenn z. B. das Silber das electrische Fluidum in den Zink mit einer Kraft = 12, und der Zink es in das Wasser mit einer

Kraft = 1 treibt, so würde, wenn hier das nämliche Verhältniſs wie unter den Metallen ſtatt fände, das Silber die Electricität mit einer Kraft = 13 dem Waſſer zutreiben; allein das geſchieht nur mit einer Kraft, die ebenfalls ungefähr = 1 iſt. Zwiſchen den Leitern erſter und zweiter Klaſſe findet daher nicht eine ſolche Uebereinſtimmung zwiſchen Wirkung und Kraft ſtatt, wie ſie den Metallen eigen iſt.

26. Iſt es mir durch Zwiſchenlegen von feuchten Leitern zwiſchen je zwei Metallpaare geglückt, eine verſtärkte electriſche Spannung zu erhalten, die lebhaftere Zeichen von Electricität, heftigere Schläge, Funken u. ſ. w. giebt; ſo iſt dieſes bloſs dem zuzuſchreiben, daſs zwiſchen electriſchen Erregern erſter und zweiter Klaſſe eine gänzliche Verſchiedenheit in den Verhältniſſen obwaltet.

27. Man wird fragen, ob das Verhältniſs, das zwiſchen der Electricität-erregenden Kraft der Leiter erſter Klaſſe ſtatt findet, (23,) dem jedoch Leiter beider Klaſſen in ihrer Berührung nicht unterworfen ſind, ſich nicht auch auf die Leiter zweiter Klaſſe erſtrecke. Wäre dieſes der Fall, ſo müſste es eben ſo wenig, wie aus bloſsen Metallen, (22, 23,) möglich ſeyn, lediglich aus ihnen einen Apparat vorzurichten, der wirkſam genug wäre, um Schläge und Funken zu ertheilen.

28. Indeſs hat die Natur dieſen ſchätzbaren Vorzug wirklich den electriſchen Organen des *Krampfſiſches* und des Surinamſchen *Zitteraals*, (*Gymnotus electricus*,) ertheilt, die lediglich aus feuchten Lei-

tern ohne alles Metall bestehn; ein Kunstwerk, das man nicht säumen wird nachzuahmen. Dann wird man aber entweder bei diesen Körpern ein durchaus verschiednes Verhältniss in ihren electrischen Kräften, das nicht in der regelmäfsigen Gradation, wie bei den Leitern erster Klasse, steht, annehmen, oder sie noch weiter abtheilen und noch eine dritte Klasse von Leitern aufstellen müssen, so dafs die Leiter jeder Klasse für sich in den Aeusserungen ihrer erregenden Kraft übereinstimmen, ohne doch in ihren Wirkungen mit denen anderer Klassen denselben Verhältnissen unterworfen zu seyn.

29. Vielleicht dafs diese dritte Klasse von Leitern zugleich als Erreger wirkt, und aus Körpern besteht, die mit Flüssigkeiten getränkt sind, welche sich in einem durch unsre Sinne nicht wahrzunehmenden Grade coaguliren und fixiren, in welchem Falle man sie nur uneigentlich feuchte Leiter nennen könnte. Man müfste denn hierher viele thierische Stoffe, als: Muskeln, Sehnen, Membranen, Nerven u. s. w., rechnen, die auch wirklich im frischen Zustande bessere Leiter sind, als das reine oder salzige Wasser. Es ist selbst zu vermuthen, dafs in den electrischen Organen des Krampffisches die kleinen Lagen oder Häutchen, die in jeder Säule eine über der andern liegen, abwechselnd aus Leitern bestehn, die zur zweiten und zur dritten Klasse gehören, und so gereiht sind, dafs jede Lage, oder jedes heterogene Paar der dritten Klasse, von dem andern durch einen Leiter zweiter

Klaſſe, d. i. durch eine feuchte Lage, getrennt wird. Dieſes iſt wenigſtens die Vorſtellung, die ich mir von dem electriſchen Organe des Krampffiſches mache, das bloſs aus leitenden Körpern beſteht, und das ſich lediglich mit meinem electriſchen Apparate vergleichen läſst, mit dem es in Conſtruction, Geſtalt und Wirkungen viel Aehnliches hat. *)

*) Nach Volta's Briefe an Banks, (S. 439, Anm.,) giebt eine Säule aus 20 Lagen Erſchütterungsſchläge, die denen eines äuſserſt ermatteten Krampffiſches völlig gleichen; aus einer Säule von 60 Lagen kann man ſtärkere Schläge erhalten, als ſie der Krampffiſch ertheilt; und ſo wie dieſer in der Luft heftigere Erſchütterungen als im Waſſer ertheilt, ſind auch die Schläge der Säule viel empfindlicher, wenn die Enddrähte in zwei verſchiedne Waſſerbehälter geleitet, und dieſe durch den Körper in leitende Verbindung geſetzt werden, als wenn beide Enddrähte mit einem Waſſerbehälter communiciren, und man in dieſen beide Hände ſteckt, (da in dieſem Falle nur ein Theil des electriſchen Stroms durch den Körper, als den beſſern Leiter, geht.) „Man weiſs," ſagt Volta, „aus der Zergliederung des Zitterrochens und des Zitteraals, daſs ihre electriſchen Organe aus mehrern membraneuſen Säulen beſtehn, die in ihrem Innern, von einem Ende zum andern, mit einer groſsen Menge dicht auf einander liegender, vielleicht durch irgend eine Feuchtigkeit von einander getrennter, ſehr dünner Scheiben oder Häutchen gefüllt ſind. Es läſst ſich nicht annehmen, daſs einige dieſer Scheiben

Nichtleiter sind, die durch Reibung, oder, gleich kleinen Electrophoren, geladen würden, oder, wie Nicholson meint, wenigstens die Stelle eines guten und dauerhaften Condensators vertreten könnten. Denn, Fett und einige ähnliche Flüssigkeiten ausgenommen, leiten alle lebende oder frische thierische Stoffe die Electricität besser als Wasser; und weder das Fett, besonders wenn es, wie im lebenden Thiere, halb oder ganz flüssig ist, noch jene Flüssigkeiten, sind eine electrische Ladung anzunehmen oder zu behalten fähig. Ueberdies sind die Häutchen und Flüssigkeiten im Organe des Krampffisches weder fett noch öhlig. Da dieses Organ bloss aus leitenden Stoffen besteht, so läst es sich vielmehr weder mit dem Electrophor, noch mit der Leidener Flasche, noch mit irgend einer andern Vorrichtung vergleichen, wo isolirte Körper durch Reibung electrisirt werden, sondern lediglich mit meiner electrischen Säule. — Nach dieser Analogie mit der Säule zu urtheilen, scheint der Mechanismus, durch den der Krampfrochen Stöfse ertheilt, darauf zu beruhen, dass er einige von einander entfernte Theile seines electrischen Organs, (entweder einzelne Säulen, oder vielleicht die Häute, welche in jeder Säule wie dünne Scheiben übereinander liegen,) einander nähert, indem er die Säulen zusammendrückt. Oder vielleicht läst er, wie ich fast vermuthe, im Augenblicke des Stoßes zwischen die Häutchen und Zwischenwände eine Feuchtigkeit fließen. Die Erregung der Electricität und alles Uebrige der electrischen Wirkung, ist nur eine nothwendige Folge der Einrichtung des electrischen Organs, das aus vielen Reihen von Leitern besteht, die

wahrscheinlich verschiedenartig genug sind, um in ihrer gegenseitigen Berührung das electrische Fluidum zu erregen, und die vermuthlich so nebeneinander liegen, dass sie es alle nach einerlei Richtung treiben. — Eine mit Wachs umzogne electrische Säule giebt auch unter Wasser Schläge. Wenn man mehrere solcher Säulen nebeneinander stellt, die sich nach Belieben verbinden oder ausser Gemeinschaft setzen liessen, so würden sie dem electrischen Organe des Zitteraals ziemlich ähnlich werden. Um sie diesem im Aeussern noch ähnlicher zu machen, könnte man sie durch biegsame Drähte oder wurstförmige Stahlfedern untereinander verbinden, und nach ihrer Länge mit einer Haut überziehn, die sich in Kopf und Schwanz endigte." *d. H.*

III.

UNTERSUCHUNGEN

über die Natur der Voltaischen Säule,

von

Dr. J. C. L. Reinhold,

in einem Briefe an den Herausgeber. *)

Leipzig den 20sten Febr. 1802.

Sie erhalten hier meine Untersuchungen über die *Natur der Voltaischen Säule*, *sowohl im ungeschlossnen*, als *im geschlossnen Zustande*, als eine Fortsetzung der Forschungen über den Galvanismus, die ich Ihnen in meinem vorigen Briefe mitgetheilt habe. (S. 301.) Schreiben Sie es der Wichtigkeit dieses Gegenstandes zu, wenn Sie mich meinem Vor-

*) Ich lasse diesen scharfsinnigen Versuch, die electrische Theorie von Volta's Säule blofs aus den Gesetzen der Vertheilung der Electricität abzuleiten, unmittelbar auf die beiden vorigen Aufsätze folgen, da er mir in dieser Zusammenstellung besonders lehrreich zu seyn scheint, so wenig ich auch in der Hauptsache dem Herrn Verfasser ganz beistimmen kann. Ihm war Volta's Theorie, mit den Belegen, welche die beiden vorigen Aufsätze aufstellen, noch unbekannt; dieses darf der Leser nicht übersehn, um Hrn. Dr. Reinhold's dankenswerthem Bemühen alle Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. *d. H.*

ſätze ungetreu finden. *) Nie beſorgte ich mehr, Ihren Erwartungen nicht zu entſprechen, als bei dieſer Bearbeitung eines Gegenſtandes, der ſelbſt nach Volta's Aufſchlüſſen, ſo weit ſie bis jetzt bekannt geworden ſind, dem Phyſiker noch ſo manches zur Beantwortung vorlegt. Doch will ich nicht länger ſäumen, Ihrer Prüfung zu übergeben, was Verſuche und Nachdenken mich hierüber lehrten.

1. Es iſt bekannt und durch Verſuche erwieſen, **) daſs, während des wechſelſeitigen Contacts *zweier* in Rückſicht ihrer Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe verſchiedner *Metalle*, das oxydirbarere Zeichen von + *E*, das minder oxydirbare von — *E* giebt. Die Quantitäten beider Electricitäten ſind ſich gleich, und bei mangelnder Ableitung, alſo bei iſolirten Metallen, am wahrnehmbarſten und ſtärkſten. Doch läſst ſich jede derſelben einzeln ableiten, indeſs das andere Metall iſolirt bleibt, wobei die am iſolirten vorhandne Electricität ſogleich zum Doppelten ihrer vorigen Gröſse ſteigt. ***) Andere feſte Leiter der Electricität, z. B. die gut ausgebrannte Holzkohle,

*) Vergl. S. 367.

**) Durch Cavallo's *vollſt. Abhandl. der theor. und prakt. Lehre von der Electricität*, 4te Ausgabe, B. 2, S. 346 folg.; vorzüglich aber durch Volta in Gren's *neuem Journal der Phyſik*, B. 2, S. 143, 167, B. 4, S. 101 folg., 128 folg. *R.*

***) Volta in Gren's *n. Journal der Phyſ.*, B. 4, S. 474. *R.*

geben dieselben Erscheinungen. — Die Art aber, wie diese Electricitäten entstehn, und die Ursach, wodurch sie erzeugt werden, ist für uns in ein Dunkel gehüllt, welches nähere Aufschlüsse über die Natur dessen, was wir Electricität nennen, allein zu zerstreuen vermögen.

2. Nichts diesem Aehnliches bemerken wir, wenn *ein fester Leiter einen feuchten berührt;* nur dann scheinen Ausnahmen statt zu finden, wenn dieser die Oxydation jenes bedeutend abzuändern vermag. Beispiele hiervon liefern uns die an Metalle gebrachten Säuren. Aber gerade sie sind es, welche Electricität in vorzüglichem Grade leiten, besser, als die übrigen von Volta in die zweite Klasse gestellten feuchten Leiter. Wir lassen demnach das in 1 aufgestellte Gesetz entweder für die erste Klasse allein gelten, und nehmen an, dass der von der Säure berührte Theil des Metalles in Hinsicht der Electricitätserzeugung als heterogen auf den übrigen, nicht an die Säure grenzenden Theil wirkt; oder wir geben zu, welches wohl das natürlichere seyn dürfte, dass diese Erscheinungen sich so oft darbieten, als *zwei, die Electricität gut leitende, und in Rücksicht ihrer Oxydirbarkeit verschiedne Stoffe* sich wechselseitig berühren. Versuche, welche die während des Contacts in der Säure vorhandne Electricität bestimmten, könnten hierüber Aufschluss geben. Gewiss ist es, und durch eine lange Reihe von Versuchen, welche ich hierüber angestellt

habe,

habe, entſchieden, daſs Lagen von Metall und Säuren ohne Dazwiſchenkunft einer wäſsrigen, (in minderm Grade leitenden,) Flüſſigkeit, ſich eben ſo wenig zur Batterie zuſammenſchichten laſſen, als dieſes bei übereinander gelegten Plattenpaaren der Fall iſt. — Aber ſollte die Berührung zwiſchen Metall und einem der übrigen feuchten Leiter gar nichts dieſem Aehnliches geben, keine Electricität erzeugen? So wenig dieſes im Allgemeinen geläugnet werden kann, ſo ſcheint doch, nach Verſuchen zu urtheilen, die Menge derſelben ſo unbedeutend zu ſeyn, daſs ſie in Hinſicht der, die aus dem Conflict oben benannter Leiter entſpringt, = o genommen werden muſs. Volta hat dieſes umſtändlich bewieſen,*) ſo wie ich gleichfalls nicht die mindeſte Spur einer Action in Ketten entdecken konnte, wo

*) Gren's *neues Journal der Phyſik*, B. 4, S. 132 folg. Daſs dieſem die Reſultate der a. a. O. S. 128 folg. angeführten Verſuche keinesweges widerſprechen, erhellt theils aus dem S. 132 Vorgetragnen, theils aus mehrern, S. 129, Z. 11 von unten u. folg., befindlichen Stellen, wo Volta die hier bemerkbaren Electricitäten aus der wechſelſeitigen Berührung der Duplicatorſcheibe und des an ihr liegenden Metalles, keinesweges aber aus dem Contacte dieſes und des an ſeinem andern Ende befindlichen feuchten Leiters herleitet. Daſs, dieſes angenommen, die frühern Beobachtungen Volta's ihre volle Gültigkeit behalten, davon wird jeder ſich ſogleich ſelbſt überzeugen. *R.*

heterogene Metalle einen feuchten Leiter einſchloſſen, ohne ſich ſelbſt zu berühren. *)

3. Ganz anders verhält es ſich, wenn eine oder beide der in 1 erzeugten Electricitäten mit einem *feuchten, minder vollkommnen Leiter* (*H*) in Verbindung treten. Sie wirken, da ſie durch denſelben nicht abgeleitet werden können, *vertheilend* auf ihn, und bringen ſo an den Punkten der Berührung die ihrige, an den gegen über liegenden die dieſer entgegengeſetzte Electricität hervor. Daſs dieſe vertheilten Electricitäten ſich in geſchloſsner Kette mächtiger, als in ungeſchloſsner äuſsern, wird die Folge lehren, und daſs die im feuchten Leiter *H* durch Vertheilung erregte Electricität der ihm vom feſten Leiter an der Berührungsfläche mitgetheilten an Intenſität gleiche, **) und nur durch einen gröſsern räumlichen Abſtand vermindert werde, zeigt, wie wir unten ſehen werden, jede galvaniſche Batterie,

*) Die hierher gehörigen Verſuche werden Ihnen aus meinem vorigen Briefe erinnerlich ſeyn. [S. 333, 5.] *R.*

**) So wird z. B. in *KZ*, wo *K* Kupfer, *Z* Zink bedeutet, $Z + E$, $K - E$ haben. Man lege an jedes derſelben einen feuchten Leiter, (*H*,) ſo daſs hieraus *HKZH* entſteht; hier wird das an *K* befindliche *H*, da, wo es dieſes berührt, $- E$, an der entgegengeſetzten Fläche $+ E$; das an *Z* liegende aber, an der Zfläche $+ E$, an der andern $- E$ zeigen. *R.*

jede durch mehrere Glasröhren fortgeleitete Gasentwickelung. *)

4. Das Verdienst, *die Electricitäten des feuchten Leiters* am Electrometer gezeigt zu haben, gebührt Erman, der hierüber so interessante als belehrende Versuche angestellt hat. **) Doch lassen sie sich auch auf einem andern Wege darstellen. Ich sprach hiervon in meinem vorigen Briefe, und will Ihnen jetzt mehrere hierher gehörige Versuche anführen.

Es ist durch ältere wie durch neuere Versuche erwiesen, dass positive Electricität die oxygengebende, negative Electricität die hydrogengebende ist. ***) Wir dürfen demnach da, wo durch Electricität Sauerstoff hervorgebracht wird, auf die Gegenwart jener, wo Wasserstoff durch sie erscheint, auf das Vorhandenseyn dieser schliessen; eine Wahrheit, welche folgende Versuche einleitete. ****)

*) Einen den zweiten Punkt erweisenden Versuch lieferte z. B. Huth, *Annalen der Physik*, B. 10, S. 43 — 46. *R.*

**) *Annalen*, B. 8, S. 207 folg.; B. 10, S. 2 folg. *R.*

***) Vergl. meinen vorigen Brief S. 348. *R.* — [Wichtige und völlig entscheidende Versuche hierüber in einem der nächsten Hefte der Annalen. *d. H.*]

****) Die bei diesen Versuchen angewandten Batterien bestanden aus Kupfer, Zink und kochsalznasser Pappe in 20 bis 40 Schichtungen; sie waren in zwei Schenkel getheilt, und ihr Schema $KH + x\,(KZH) + K$. *R.*

a. Die Pole einer so eben errichteten Batterie wurden mittelst Metalldrähte, (die bald vom feinsten Silber, bald vom feinsten Golde waren,) mit den *Stengeln blühender Tulpen* und *Hyacinthen* verbunden. Nur wenn die Drähte einander sehr genähert wurden, war eine schwache, partielle *) Schliessung vorhanden, **) welche zunahm, so bald ich den Stengel mit einer leitenden Flüssigkeit benetzte. Sie ging fast zur totalen über, wenn ich da, wo die Polardrähte anlagen, die Oberhaut aufritzte oder abschälte. Ich stach nun in einer Entfernung von 1 bis 2 Zoll die Drähte oberflächlich in den Stengel ein, und liess so die Kette einige Zeit, (1 bis 8 Stunden,) geschlossen. Constant quoll eine helle, durchsichtige, schaumige, geruchlose Feuchtigkeit aus der Wunde am *Hydrogenpole*; die Spitze dieses Drahts überzog sich mit einer dunkelbraunen Masse, in Geschmack und Consistenz einem Pflanzenextract ähnlich, die sich aber sogleich mit etwas lauem Wasser abwischen liess; und die Farbe um diesen Draht zeigte eine grössere Tiefe, welche sich nach dem Oxygenpole hinzog, und so allmählig verlief, sich aber nur wenig über den Ort, wo dieser Draht eingestochen war, hinauf erstreckte.

*) Im Ritterschen Sinne. *R.*

**) Die Stengel mit dünner Oberhaut leiten besser als die, welche mit einer dickern bedeckt sind; Hyacinthen besser als Tulpen. (Dasselbe gilt für einzelne Theile derselben Pflanze.) *R.*

Uebrigens war hier der Stengel gesund und frisch. — Ganz andere, den vorigen entgegengesetzte Phänomene bot der *Oxygenpol* dar. Hier war die Spitze der Silberdrähte bald weißgrau, bald schwarz oxydirt, und an Golddrähten etwas dunkler oder saffrangelb gefärbt. Bei jenen wurde die Wunde bald schwarz, welche Farbe in concentrischen Ringen sich von hier, vorzüglich nach dem Hydrogenpole zu, verbreitete. Bei Golddrähten geschah dieses nicht, sondern die Wunde umgab ein leichter, sich nach und nach vergrößernder Kreis. In ihm schien nach und nach alle Färbung verschwunden, und der Stengel wie gebleicht, indeß sich weiter nach dem Hydrogenpole zu bald eine gelbgrüne, bald eine braunrothe Farbe zeigte, welche auch bei Silberdrähten über dem schwarzen Ringe zum Vorscheine kam. Immer war die Stelle an diesem Drahte und um denselben eingesunken, die hier befindliche Feuchtigkeit nicht ausgeschwitzt, sondern verzehrt, der Stengel selbst verschrumpft und an dieser Stelle geknickt. Bei stark wirkenden Batterien und Golddrähten entstand einige Mahl an diesem Pole ein auffallender, dem der Salpetersäure ähnlicher Geruch. Hauptsächlich war dieses an Hyacinthenstengeln der Fall. *) Endlich hing der Oxygendraht jedes Mahl

*) An einem schneeigen Tage dieses Februars füllte ich zwei kleine irdene Gefäße mit Schnee, welcher sich auf dem Eisenbleche vor meinem Fenster gesammelt hatte; er war etwas wäßrig, ohne jedoch zu zerfließen. Eine sehr wirksame

fest mit der Pflanze zusammen, der Hydrogendraht nicht.

b. Dieselben Resultate erhielt ich, wenn die Polardrähte durch *Tulpen*- oder *Hyacinthenblätter* vereinigt waren. Sie leiteten besser als die Stengel; die *Blumenblätter* am allerbesten. Ob in Rücksicht auf Leitungsfähigkeit zwischen diesen ein Unterschied statt finde, den ihre Farbe bestimme, ob z. B. die Blume der blauen Hyacinthe schlechter oder besser leite, als die der rothen u. s. w., darüber entschieden diese Versuche nichts. Am interessantesten war mir das Farbenspiel, welches die Hyacinthen darboten. Die blauen wurden da, wo der Oxygen-

Batterie von 48 Lagen wurde in das Fenster gestellt, und die beiden Gefäſse *a* und *b*, vermittelst eines, von seiner Oberhaut entblöſsten, und auf den Schnee von *a* und *b* gelegten Tulpenstengels verbunden; zugleich wurde durch Golddrähte der Oxygenpol in *a*, der Hydrogenpol in *b* geleitet. In beiden Gefäſsen fing die Schmelzung des Schnees am Oxygenpole an, wurde aber in beiden in gleicher Zeit vollbracht. Das Schneewasser in *a* schmeckte und roch, selbst nachdem es ¼ Stunde aus der Kette genommen war, auffallend nach Salpetersäure. Das in *b* zeigte nichts. Ich goſs etwas von *a* zur Lackmustinktur, die ich mit destillirtem Wasser verdünnt hatte; sie färbte sich augenblicklich roth. Etwas von *b* zu dieser gerötheten Brühe gesetzt, gab ihr sogleich ihre erste Farbe wieder. Die Glasur in *a* und *b* war unverſehrt. *R.*

draht auflag, ſogleich roth, am dunkelſten zunächſt dieſem Pole, lichter an den entferntern Stellen; Silberdraht färbte ſie oft an der erſtern ſchwarz. Eben ſo beſtimmt erſchien die grüne Farbe am Hydrogenſtabe; faſt ſchwarz in der Nähe des Pols ging ſie durch mannigfaltige Nüancen zum Saftgrünen über. Eben ſo ſtieg die Farbe rother Hyacinthen am Oxygendrahte zu einer gröſsern Höhe; bei Silberſtäben war ſie dem Pole zunächſt ſchwarz, ſtieg aber durchs Orange bis zur Röthe hinauf. Der Hydrogendraht gab ein ſehr dunkles Grün, (*merde d'oye*,) welches ſich bis ins Gelb durch die mannigfaltigſten Schattirungen von Grün durchzog. Gelbe Tazetten wurden an der Oxygenſeite der Batterie durch Silber dunkelgrau, an der Hydrogenſeite faſt orange gefärbt.

c. Im Beſitze dieſer Erfahrungen, glaubte ich jene Stoffe zur nochmahligen Prüfung der *in den feuchten Leitern vertheilten Electricitäten* nunmehr dreiſt anwenden zu dürfen; und dieſes geſchah zur vollkommenſten Beſtätigung meiner obigen Behauptung (4.) So oft ich z. B. die untere Fläche *blauer Hyacinthenblätter* auf die Platten der Pole *) legte, und ihre obere Fläche durch Silberdrähte verband, wel-

*) Sie werden ſich noch aus meinem vorigen Briefe der Endplatten, deren ich mich bediene, erinnern, (S. 303.) Bei ſchwachen Batterien gelingen dieſe Verſuche am beſten, wenn man die Blume mit etwas Waſſer befeuchtet. R.

che die Kette schlossen, bemerkte ich auf der Platte des *Hydrogenpols* viel ausgeschwitzte Feuchtigkeit, auf der Platte selbst kein Oxyd, und die hier aufliegende Fläche des Hyacinthenblattes war grün gefärbt; die entgegengesetzte Fläche des Blattes war dagegen da, wo der verbindende Silberdraht auflag, roth, und der Draht selbst an dieser Stelle oxydirt. Das Gegentheil fand sich auf der Platte des *Oxygenpols;* sie war da, wo das Hyacinthenblatt gelegen hatte, oxydirt, und dieses meist schwarz, seltner, (und dieses gewöhnlich nur bei schwächern Batterien,) roth gefärbt, indess die andere Seite grün erschien, Feuchtigkeit ausschwitzte, den Silberdraht aber nicht oxydirte. Aehnliche Versuche mit andern farbigen Blumen übergehe ich; sie entsprechen diesem in allen, so wie sie sich aus dem, was oben, (*b*,) angeführt worden, vorhersagen liessen.

5. Dass sich auch an *Metall*, welches von zwei feuchten Leitern der Batterie eingeschlossen ist, *Vertheilung der Electricität* vorfindet, *) zeigt folgende Betrachtung. Sie wissen, dass mein Hydrogenpol sich mit *KHK*, mein Oxygenpol mit *ZHK* schliesst, (S. 305, Anm.) Wegen der in *H* gegenwärtigen Vertheilung wird das End*K* des Hydrogenpols + *E*, und das des Oxygenpols — *E*, in der Berührung mit *H*

*) Eigentlich wird Electricität wohl nie anders, als durch Vertheilung erzeugt und fortgepflanzt. *R.*

erhalten. Um zu sehen, ob Vertheilung in ihnen vor sich geht, verbinden wir sie beide durch ein neues *H*, und schliessen so die Kette. Wären sie bloss einer Mittheilung fähig, so müsste nun das *K* des Hydrogenpols, wegen seines ihm mitgetheilten + *E*, in diesem letztern *H* einen Oxygenations-Prozess, und das *K* des Oxygenpols wegen des ihm mitgetheilten − *E* einen Hydrogenations-Prozess einleiten. Aber es geschieht gerade das Gegentheil; ein Beweis, dass, wo beide den sie vereinigenden feuchten Leiter *H* berühren, jenes auf ihn mit − *E*, dieses mit + *E* einwirkt, und dass mithin eine Vertheilung in den beiden Metallen *K* statt gefunden habe. Wie und wodurch sie aber entstand, sie, durch die es allein möglich war, das in der Construction der Säule begründete Schema der Polarität zu retten, wage ich nicht mit Gewissheit zu bestimmen. Doch scheint es mir, als trete hier ein ähnlicher Fall ein, als der oben, (S. 452,) angeführte, wo ein einziges Metall mit einem seine Oxydirbarkeit stimmenden Leiter der zweiten Klasse sich zur wirksamen Kette vereinigte. — Ich versuchte nun, da ich kein Electrometer bei der Hand hatte, diese im Metalle gegenwärtige Vertheilung vielleicht auf anderm Wege zu versinnlichen. Ich verband die Pole durch einen völlig reinen Silberdraht, den ich durch Blätter einer blauen Hyacinthe gestochen hatte, wovon eines sich genau in der Mitte des Stabes, die übrigen aber in gleicher Entfernung von einander befanden. Die Batterie blieb 6 Stunden geschlossen, allein we-

der Pflanzen noch Draht zeigten etwas; so innig war die Electricität an das Metall gebunden. *)

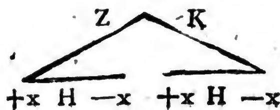
*) Wie vorzüglich die Metalle leiten, zeigt folgender Versuch: Ich schnitt einen frischen Hyacinthenstengel, nachdem die Oberhaut abgezogen war, in drei gleiche Theile, *a*, *b*, *c*. Zwischen den Polplatten befand sich, in gleicher Entfernung von beiden, eine dritte, *C*, von Kupfer und völlig rein. *A* bezeichne die Platte des Oxygen-, *B* die des Hydrogenpols. *A* wurde nun durch *a* mit *C*, und dieses wieder durch *b* mit *B* verbunden, doch so, dass beide auf *C* sich nicht berührten, sondern einige Zoll von einander entfernt blieben; *a* und *b* zeigten wie *A*, *B* und *C* ihre Polarität. Ich zerschnitt nun *c* in mehrere Theile, welche ich einzeln, ohne dass sie weder sich, noch *a* oder *b* berührten, auf *C*, zwischen *a* und *b* legte. Polarität war so wenig als ein anderer Unterschied an ihnen oder an *C* zu bemerken. Noch glaube ich hier bemerken zu müssen, dass, so oft und so mannigfaltig ich auch Batterien durch angefeuchtete Blätter oder Stengel, selbst haarige, schloss, ich nie *eine bestimmte Richtung* wahrnehmen konnte, welche mit Recht der Einwirkung der Pole allein hätte zugeschrieben werden dürfen. — Zuletzt noch eine Frage, die sich, da von Leitung durch Metalle die Rede ist, mir so eben aufdrängt: Zugegeben, dass reines Silberoxyd nicht leitet, wird dieses, auch wenn es mit Wasser angefeuchtet wird, der Fall seyn? Ist dieses, so kann Fourcroy sehr richtig beobachtet, und doch nichts gegen Ritter gewonnen haben. (Vergl. Ritter's Beiträge, B. 2, St. 1, S. 8 folg.) *R.*

Dies ist es, was ich als Einleitung dem vorausschicken muſste, was der eigentliche Gegenstand dieser Blätter ist, *der nähern Betrachtung der Batterie und ihrer Wirksamkeit.* Lassen Sie uns nun zusehen, ob das bisher Vorgetragne uns wirklich einen Aufschluss über beides gewähren kann.

6. Wir errichten die Batterie, und bringen zuerst eine Kupferplatte mit einer gleichen Platte von Zink auf einem isolirenden Stativ zusammen. Das Kupfer (*K*) erhält *E*, der Zink (*Z*) ein diesem gleiches + *E*, (1.) Wir legen ferner auf beide, feuchte Leiter (*HKZH*), z. B. ein mit Wasser oder mit liquidem Salze angefeuchtetes Stück Tuch, Pappe u. dergl. Der Erfolg wird seyn, daſs *K* im ersten feuchten Leiter an der Berührungsfläche — *E*, an der entgegengesetzten + *E*, im zweiten feuchten Leiter umgekehrt, *Z*, dort + *E*, hier — *E* hervorbringt. Beide Electricitäten würden sich in Hinsicht ihrer Intensität völlig gleichen, wenn nicht Nebenumstände, (z. B. gröſsere Ausdehnung, zu geringes Leitungsvermögen von *H* u. s. w.,) die Electricität, welche an den von den Metallen abgewandten Flächen vorhanden ist, in verschiednem Grade schwächten, (3.) *) Wir bringen endlich *H*

*) Daſs ein Metall, welches auf das die Pole schlieſsende *H* gelegt wird, auf der Kupferseite Wasserstoffgas, auf der Zinkseite Sauerstoffgas im Gasapparate gebe; am Electrometer aber, dort Zeichen von — *E*, hier von + *E* darbieten könne, zeigt

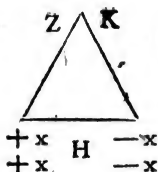
an *H*, und schliefsen so die Kette. In diesem Augenblicke werden beide Electricitäten *fast* zum Doppelten ihrer vorigen Gröfse steigen, *) weil jedem Pole, aufser der ihm eignen Electricität, eine fast gleiche Menge von dem andern, sofern er vertheilend wirkt, zugeführt wird. Wir wollen die in der geschlofsnen einfachen Kette vorhandne Action $= x$ setzen, und, je nachdem sie sich durch $+ E$, (oxygenirend,) oder $- E$, (hydrogenirend,) äufsert, mit $+ x$ und $- x$ bezeichnen. Die einfache ungeschlofsne Kette ist demnach in folgender Form:



S. 460. R. — [Wenn *M*, *m* Metalle bedeuten, so sind in *M H K Z H m*, *M*, *m* stets in demselben electrischen Zustande, welchen das Metall, das den feuchten Leiter *H* zur andern Seite berührt, als Erreger der Electricität annimmt, (also in diesem Falle *M* negativ-electrisch, wie *K*, und *m* positiv-electrisch, wie *Z*;) dieser ist, wie wir aus den beiden vorhergehenden Auffätzen wissen, S. 393, 3, 4, und S. 428, 7, 9, 13,) durch Volta's Versuche aufser allen Streit gesetzt. *d. H.*]

*) Hat diese Erscheinung auf die von Erman, (*Ann.*, B. 8, S. 193 folg.,) und Ritter, (*eben das.*, S. 447 folg.,) gemachten Erfahrungen einen Bezug, und welchen? Wir werden ihrer weiter unten nochmahls erwähnen müssen, wo von der Ver-

enthalten, geht aber im Augenblicke der Schliefsung in diese:



über. — Wir haben hier, wie die Zeichen wirklicher Thätigkeit beweisen, die Pole da, wo *H* die Metalle berührt, indefs sich nichts diesem ähnliches, also Ruhe, Indifferenz, da findet, wo *Z* und *K* einander berühren. Und wirklich sieht man, dafs die Metalle *der einfachen Kette*, wenn einige Feuchtigkeit, z.B. Waſſer, zwischen sie kömmt, sich eben so oxydiren, als es geschehn seyn würde, wenn jedes einzelne damit befeuchtet worden wäre.

7. Auf die ungeschloſsne, oder in der Mitte von *H* geöffnete Kette (*A*) werde auf das an *Z* liegende *H* ein zweites, jenem völlig gleiches Plattenpaar (*B*) gebracht. Das *K* deſſelben ruht auf dieses *H*, und äufsert sich hier, kraft seiner aus dem Contacte mit *Z* entspringenden Action, mit — x. Aber ein gleiches — x durch *A* vermittelt, findet es hier; *) es mufs demnach — $2x$, das heifst, eine Action entstehen, welche der Summe der in *A*

bindung mehrerer Batterien zu Einer die Rede seyn wird. *R.*

*) Wenigstens fast daſſelbe. Man darf diesen Bruch von x, $\frac{x}{\gamma}$, nicht aus den Augen laſſen; er erläu-

und *B* vorhandnen gleicht. Wo aber, und wie wird ſich die Action äuſsern? An *K* des zweiten Plattenpaares *B*? Unmöglich, denn dieſes kann nur eine Action $= x$ darbieten, welche als $+ x$, wenn es mit *K* von *A*, als $- x$, wenn es mit *Z* von *B* verbunden wird, erſcheint. Fehlen dieſe Beſtimmungsgründe, d. h., wird es weder mit *K* von *A*, noch mit *Z* von *B*, ſondern vielleicht mit *Z* von *A* verkettet, ſo kann es weder als $+ x$, noch als $- x$, d. h., es muſs $= 0$ erſcheinen. Die Wahrheit dieſer Ausſage wird ein Becherapparat *) ſowohl, als der Geſchmack beſtätigen; Sie werden nämlich bei jenem zwiſchen dem erſten *Z* und zweiten *K* faſt gar kein Gas oder Oxyd bemerken, **) ſo wie jeder galvaniſche Geſchmack fehlt, wenn Sie dieſes *K* allein, oder mit ihm zugleich das erſte *Z* mit der Zunge berühren. Es kann demnach die Action $= 2x$ erſt an *Z* des zweiten Plattenpaares *B* als wirklich thätig hervortreten, und zwar als $+ 2x$, weil dies die Natur der Ketten, ſo wie die Tendenz ihrer

tert vieles, ob er gleich durch Zahlen nicht auszudrücken iſt. *R.*

*) Mit ihm laſſen ſich Erſcheinungen ausmitteln, welche in der Säule zu beobachten ſchlechterdings unmöglich iſt. Ich habe mir nach eignen Ideen jetzt einen verfertigen laſſen, und ihm eine ziemliche Reihe von Verſuchen vorbehalten. *R.*

**) Daſs es nicht völlig fehlt, liegt an der Zuſammenſetzung des Apparats und andern Nebenumſtänden. *R.*

Kräfte gebietet. *) — Ein zweites *H* darauf gelegt, wird alſo an der Berührungsfläche $+2x$, an der entgegengeſetzten $-2x$ **) behalten, und das Ganze, der bis jetzt gegebnen Anſicht zufolge, unter der Form:

$$\begin{array}{ccccc} & A & & B & \\ H & KZ & H & KZ & H \\ & +x & -x & +2x & -2x \end{array}$$

erſcheinen, wobei jedoch noch die Beſtimmungsgründe für die Polarität von der Hydrogenſeite uns fehlen.

*) Nach der Theorie Volta's, der ſich *Mittheilung* der Electricität durch den feuchten Leiter *H* hindurch denkt, ſtrömt aus Z des Plattenpaares *A* die Electricität in *K* des Plattenpaares *B* über; beide werden dadurch zu einerlei electriſchem Zuſtande, und dadurch Z des Plattenpaares *B* zum doppelten poſitiven gebracht, (ſiehe oben S. 397.) Dieſe Gleichheit des electriſchen Zuſtandes von Z und *K* je zweier benachbarter Ketten, die durch *H* getrennt ſind, bloſs durch *Vertheilung* der Electricität, (der einzigen Wirkſamkeit, die Herr Dr. Reinhold in der Voltaiſchen Säule annimmt,) und aus deren Geſetzen, von einer ſo geſchickten Hand, wie die des Herrn Verfaſſers, genügender und lichtvoller erklärt zu ſehn, werden vielleicht mehrere Leſer mit dem Herausgeber wünſchen, da dieſes gerade den Hauptpunkt in der Anſicht des Hrn. Verfaſſers zu betreffen ſcheint. *d. H.*

**) Vergl. S. 465, Note. *R.*

7. Es werde noch ein drittes Plattenpaar *KZ*, (*C*,) auf *H* des Plattenpaares *B* geſetzt; die Action muſs ſogleich auf $3x$ ſteigen, wird aber erſt an *Z* als $+3x$ zu Tage brechen, da ſein *K*, aus obigen Gründen, (6,) nur $2x$, und zwar, da es gewiſs die gröſsre Action kund macht, *) nur $+2x$ zeigen kann. Ein aufgelegtes *H* bekömmt nun, wie wir wiſſen, an der Berührungsfläche ebenfalls $+3x$, auf der andern Seite $-3x$; ſo wie ein viertes hinzugefügtes Plattenpaar *KZ* an *Z* mit einer Action $= +4x$ auftritt, indeſs ſein *K* nur $+3x$ darzubieten vermag, und ein viertes *H* an der *Z*fläche $+4x$, und an der entgegengeſetzten, wo es das fünfte Plattenpaar *KZ* berührt, $-4x$ erhält, um das *Z* dieſes Plattenpaares mit $+5x$ wirken zu machen. Und ſo erfolgt das progreſſive Wachſen der *poſitiven* Action, ($+E$,) in dieſer fünfkettigen Batterie nach folgendem Schema:

A *B* *C* *D* *E*

H *KZ* *H* *KZ* *H* *KZ* *H* *KZ* *H* *KZ* *H*

$+x$ $-x$ $+x$ $+2x$ $+3x$ $+4x$ $+5x$ $-5x$

8. Betrachten Sie nun die Batterie als mit *HZKH* vom poſitiven Pole des Plattenpaares *E* anfangend, ſo erhalten Sie aus denſelben Gründen, (5 — 7,) folgendes Schema ihrer negativen, ($-E$,) Action:

A

*) Es würde $-x$ zeigen, wenn es mit ſeinem Z allein in Berührung wäre. *R.*

A		B		C		D		E		
H	KZ	H	KZ	H	KZ	H	KZ	H	KZ	H
$+5x$	$-5x$		$-4x$		$-3x$		$-2x$		$-x$ $+x$	$-x$

wobei ich nur dieses erinnern möchte, daſs eigentlich die verſtärkte negative Action an *K* allezeit hervorbrechen muſs.

9. Da wir ſo die Gröſse der in jedem einzelnen Gliede gegenwärtigen poſitiven, ($+E$,) und negativen, ($-E$,) Action beſtimmt haben, können wir nun endlich den wahren innern Zuſtand unſrer Batterie $= 5 . (HKZH)$ überſehn,*) der ſich nur allein durch Gegeneinanderhaltung der beiden aufgefundnen Schemata rein darſtellen läſst. Ihnen gemäſs iſt folgendes das Bild der ungeſchloſsnen Batterie, und der in ihren einzelnen Gliedern vorwaltenden Actionen:

A	B	C	D	E
$+x$	$+2x$	$+3x$	$+4x$	$+5x$
$-5x$	$-4x$	$-3x$	$-2x$	$-x$

Ziehen wir, wie wir müſſen, die kleinern von den gröſsern ab, ſo finden wir in *A* Action $= -4x$, in $B = -2x$, in $C = 0$, in $D = +2x$, und in $E = +4x$: alſo die gröſste poſitive Action in *E*,

*) Was Metalle an der nicht berührten Fläche der an den Polen befindlichen *H's* zeigen müſſen, ſagt S. 454 folg. — Hieraus erhellt, warum beim Becherapparate, wenn man die Polarbecher durch einen oxydirbaren Metalldraht verbindet, ſich dieſer im Hydrogen-, nicht aber im Oxygenbecher oxydirt. *R.*

am Zink; die gröſste negative in *A*, am Kupferpole; in *C* aber o, das heiſst, ſcheinbare Ruhe. Daſs aber dieſes Schema noch immer unvollkommen iſt, das beweiſt folgende Betrachtung. Erſt an *K* des erſten Plattenpaares *A* kann und muſs — $5x$ erſcheinen, denn *Z* dieſes Plattenpaares kann nach dem oben Angeführten nur — $4x$ zeigen; es wird demnach dieſes *K*, an welchem die poſitive Action im wahren Sinne = o iſt, nicht mit — $4x$, ſondern mit — $5x$, und ſo der Zinkpol mit vollem + $5x$ thätig ſeyn. Setzt man dieſe Betrachtungen fort, ſo läſst ſich genau der Ort, wo ſich der wahre Indifferenzpunkt vorfindet, beſtimmen, und, wie ſtark das Electrometer an einer beliebigen Platte divergiren werde, vorherſagen; und hiermit ſtimmen die ſchönen Ritterſchen Verſuche, (*Annalen*, B. 8, S. 445 f. und 460 f.,) aufs beſte überein. Ich füge dieſem allen noch einen Verſuch hinzu, der nur in wenigem von dem abweicht, welchen Ritter, *Annalen*, VIII, 460, beſchreibt, und der zur völligen Beſtätigung deſſelben dienen kann. Ich ſetzte aus 60 Paaren neuer, gut polirter Zink- und Kupferplatten, mit ebenfalls neuen und mit Kochſalz-Auflöſung getränkten Pappen, auf einem völlig iſolirten Stative, eine Batterie zuſammen, ſo daſs an ihr bei 1, 15, 30, 45 und 60 ſich eine meiner gröſsern Kupferplatten befand. Auf jede dieſer Kupferplatten wurde eine mit gekochtem Waſſer gefüllte Glasröhre gelegt, die mit zwei völlig reinen, ungefähr $\frac{1}{6}$ Zoll von einander

abstehenden Silberdrähten versehn war, und zwar so, dass der eine Draht auf der Platte selbst, der andere in einer seidnen Schlinge ruhte. Der Apparat blieb genau 48 Stunden in einem nicht geheitzten Zimmer ruhig stehen. Nach dieser Zeit fand ich den Plattendraht auf 1, (dem Hydrogenpole,) völlig rein und unverändert; der ihm gegenüberstehende war an der Spitze etwas angelaufen. Gleiche Erscheinungen, nur in minderm Grade, boten die Drähte auf 15 dar; die auf 30 waren wie vor dem Versuche; der Plattendraht auf 45 war etwas, der auf 60 in bedeutendem Grade oxydirt, und die ihnen gegenüber befindlichen Drähte unverändert. In der Glasröhre auf 1 war das Wasser ungemein hell, auf 15 fast eben so, auf 30 minder, getrübt auf 45, noch mehr auf 60. Die Batterie war nicht ein einziges Mahl geschlossen worden; ihre Platten waren von 1 bis 30 wenig oxydirt, wurden es aber immer mehr, je näher sie von hier an 60 kamen. Auch die Pappen, (weisse Kartenpappe,) zeigten einen bedeutenden Unterschied; sie waren von 1 bis 30 weniger, von hier bis 60 stark grün und braunroth gefärbt.

10. *Wir wollen nun die Batterie schliessen*, und zwar zuerst *total*, durch Verbindung der Pole miteinander mittelst eines in hohem Grade leitenden Stoffes, z. B. Metall. Die Electricitäten werden hier auf keinen an dieses Metall gebrachten Körper reagiren, denn sie sind zu fest an dasselbe gebun-

den; *) wohl aber da, wo ſie einſtrömen, und auf der poſitiven Seite einen Oxygenations-, auf der negativen einen Hydrogenations-Prozeſs einleiten und fortſetzen, bis endlich da, wo ſie wirklich zuſammentreffen, gleichſam am Sättigungspunkte, ſcheinbare, durchs Balanciren gleicher Kräfte vermittelte Ruhe eintritt, wie es das *Voigtiſche*, (eigentlich wohl Ritteriſche,) *Goldblatt-Galvanometer* beweiſt, wenn Sie mit ihm die Kette ſchlieſsen. **) Daſs Ketten, die man jetzt zwiſchen beliebigen Gliedern der Batterie *total* oder *partiell* ſchlieſst, nichts äuſsern werden, folgt von ſelbſt.

Nicht ganz ſo iſt es, wenn wir unvollkommnere Leiter, hauptſächlich feuchte Stoffe, als: Pflanzen, thieriſche Organe, Waſſer u. ſ. w., die Schlieſsung, (*partielle*,) ***) vermitteln laſſen. Hier nämlich

*) Vergl. S. 463 und die Anm. daſelbſt. R.

**) Beſchrieben und abgebildet in: *Biſchoff de uſu Galvaniſmi in arte medica*. Ien. 1801, p. 69 ſeq. — Es gewährt ein in der That angenehmes Schauſpiel, wie das Goldblatt mit einem Funken überſpringt. R.

***) Als einen der niedrigſten Grade von partieller Schlieſsung können wir wohl den durch die Flamme vermittelten annehmen, (vergl. Ritter in den *Ann.*, B. 9, S. 335 folg.) — Golddrähte gaben die *Ritteriſchen Dendriten* vorzüglich ſchön. Ich erhielt ſie beſtimmt auch am Oxygendrahte, wenn ich beide Drähte, nachdem ſie einige Zeit in der Flamme geweſen waren, ſich auf einige Augen-

kann, wenigſtens für uns, dieſe Ruhe kaum bemerkbar ſeyn, weil die durch wechſelſeitige Vertheilung aufeinander wirkenden und ſich verſtärkenden Pole hier unaufhörliche Action erzeugen. Daſs es jedoch auch hier einen Indifferenzpunkt gebe, zeigen Erman's und meine Verſuche, (*Annalen*, B. 8, S. 207, B. 10, S. 4 folg., und oben S. 456 f.) Daſs übrigens partielle Schlieſsung durch totale aufgehoben werde, wie alles, was daraus folgt, verſteht ſich von ſelbſt, und zeigt jede Batterie. — Die bei partieller Schlieſsung durch Sinnesorgane *) uns

blicke berühren lieſs, oder ſo wechſelte, daſs ich den Hydrogendraht jetzt an den Oxygenpol brachte. Eine Beſtätigung von dem, was ich in meinem vorigen Briefe über die *Gruneriſchen Dendriten* äuſserte. R.

*) Hier ein Paar Bemerkungen, deren Wichtigkeit es entſchuldigen mag, daſs ich ſie an dieſem Orte einſchalte, und die beide die Aerzte vorzüglich angehn. Die erſte betrifft die Anwendung des Galvanismus auf das Nervenſyſtem. Iſt es nicht ſehr denkbar, daſs wegen der Polarität, welche auch Nerven als feuchte Leiter haben müſſen, wenn wir äuſserlich z. B. den Oxygenpol anwenden, wir am andern Ende des Nerven, (im Senſorio, den Ganglien oder Anaſtomoſen,) die entgegengeſetzte Wirkung, in dieſem Falle die hydrogenirende, haben? — Die zweite betrifft einen Fall, der, (auch abgeſehn von ſeiner Seltenheit,) für theoretiſche und praktiſche Medicin von gleicher Wichtigkeit iſt. Nach einem

kund werdende, unausgesetzt fortdauernde Action muſs erfolgen, weil im Augenblicke der Verwen-

unglücklichen Sturze auf den Kopf entſtand durch den Trepan und die Wegnahme der eingedrückten Tafel des linken Seitenbeines, hier eine Oeffnung, welche in der Breite 3, in der Länge 5 Zoll hielt, wo die harte Hirnhaut frei und die Pulſationen des Gehirns deutlich zu ſehen waren. Ich ſetzte den dritten Tag nach dem Sturze eine Silber- und Zinkſtange auf die Hirnbaut auf, und verband ſie; der Kranke äuſserte indeſs nicht die mindeſte Empfindung, ſondern blieb wie vorher ſoporös liegen. Nach 8 Tagen, als er mehr bei ſich war, wiederhohlte ich den Verſuch ſowohl mit einfachem Galvanismus, als mit verſtärktem, (einer Kupfer-Zink-Batterie von 5 Lagen;) auch jetzt verſicherte der Kranke, nicht das mindeſte zu empfinden. Ich lieſs vier volle Wochen verſtreichen, ehe ich zu einem dritten Verſuche ſchritt; der Patient war bei voller Beſinnung, die Batterie = 10. (*KZH*) + *K*. Ich brachte den einen Conductor auf die harte Hirnhaut, den zweiten auf die Zunge; er empfand den Geſchmack, mit welchem ich ihn ſchon vorher bekannt gemacht hatte. Ich lieſs ſie beide auf der *dura mater* ruhen; er gab ein periodiſch wiederkehrendes Stechen, und ein nicht unangenehmes Gefühl von Wärme an, dem ähnlich, als wenn die Sonne dieſen Ort beſcheine. Die Kette blieb 3 Minuten geſchloſſen, und ich hatte nun in der dritten Minute 109 Pulſationen des Gehirns, da ich in der erſten nur 90 zählte; ſie waren alſo um 19 gewachſen. Merkwürdig

dung des Erzeugten, die in der Conſtruction der Säule begründeten Bedingungen zur wiederhohlten Erzeugung des Verwendeten eintreten, und ſo werden ſich die Electricitäten nach dem S. 469 aufgeſtellten Schema, ſo lange die Schlieſsung dauert, unaufhörlich erzeugen und wirkſam beweiſen. Als Beleg dazu kann folgender, leicht zu wiederhohlender Verſuch dienen. Nehmen Sie zwei Säulen, *a* und *b*, jede von der in 4 u. f. errichteten nur darin unterſchieden, daſs ſich ihre Pole mit *KZ* oder *ZK*, nicht mit *H* ſchlieſsen. Laſſen Sie in der Säule *a* den Hydrogenpol unten bei *A*, in *b* oben bei *E* liegen, und verbinden Sie jedes Plattenpaar von *a* mit dem gleichnamigen von *b*, (*A* mit *A*, *B* mit *B* u. ſ. w.,) durch Glasröhren voll Waſſer, die mit oxydirbaren Drähten verſehn ſind. In *A* und *E* finden Sie die ſtärkſte, in *B* und *D* die ſchwächere, in *C* gar keine Action; übrigens ſind die in *A*

war es, daſs unmittelbar nach der Schlieſsung ſich eine ſehr bedeutende Vertiefung von gewiſs ⅕ Zoll genau zwiſchen beiden Conductoren bildete; die Hirnhäute waren hier wie eingefallen, obgleich die Berührung ungemein leiſe geſchah. Nach Entfernung der Zuleiter erhob und füllte ſie ſich ſogleich wieder; die Häute und das Befinden zeigten auſser dieſem nichts. Was beweiſt dieſer Verſuch für oder wider die Nerven der harten Hirnhaut? Sehr viel, zumahl wenn Humboldt's Behauptung, (Verſ., B. 2, S. 25 folg.,) völlig erwieſen wäre. R.

und *E*, wie die in *B* und *D* fich gleich. In *a* find *A* und *B*, in *b E* und *D* die hydrogenirenden; dagegen *E* und *D* in *a*, und *A* und *B* in *b* die oxygenirenden Pole. Aber fonderbar, beide Säulen *a* und *b* behaupten in diefer Vereinigung halsftarrig die für jede einzelne beftimmte Polarität; oder, mit andern Worten, jede bleibt felbftftändig für fich, und giebt, ohne dafs fich beide zu *einer* Batterie vereinigen laffen, den Indifferenzpunkt in ihrer Mitte, und an jedem ihrer beiden Pole die diefem eignen Erfcheinungen. Hieran ift lediglich die partielle Schlieffsung fchuld; nur fie hindert das Zufammentreten beider Säulen *a* und *b* zu einer Batterie *a* + *b*; eine Behauptung, die durch Folgendes bewiefen wird. Nehmen Sie während diefer Gasentwickelungen eine der beiden Glasröhren, welche die Endpole *A*, *A*, oder *E*, *E*, vereinigen, mit fefter Hand von den beiden Polplatten gleichzeitig ab, *) und ver-

*) Wie nöthig bei fubtilern, vorzüglich elektrofkopifchen Verfuchen es ift, um die Electricitäten gleichförmig in der Batterie vertheilt zu haben, fie an beiden Polen fo gleichzeitig als möglich zu fchlieffsen und zu öffnen, bewies Erman, (*Annalen* B. 8, S. 199,) und beftätigen auch diefe Verfuche. Dafs der Apparat immer vollkommen ifolirt feyn mufs, bedarf keiner Erinnerung. Mit Recht bemerkt Erman, dafs es von Vernachläffigung diefer Umftände oft wohl allein herrührte, dafs man einen Pol für wirkfamer als den andern erklärte. *R.*

binden Sie diese anstatt dessen durch einen völlig oxydfreien Metalldraht, den Sie eben so gleichförmig auflegen; so haben Sie es nun sogleich nicht mehr mit zwei einzelnen Batterien *a* und *b*, sondern nur mit einer einzigen, in zwei Schenkel *a* und *b* getheilten Batterie $= a + b$, zu thun. Es hängt dabei von Ihrer Willkühr ab, welcher von diesen beiden Schenkeln der hydrogenirende, und welcher der oxygenirende seyn soll. Denn die totale Schliessung an *A*, *A* wird *a* zum positiven, *b* zum negativen; eine gleiche an *E*, *E*, *b* zum positiven, und *a* zum negativen Schenkel machen, und daher werden im ersten Falle alle Drähte an *a* Oxygen, im zweiten Hydrogen, und an *b* gerade das Entgegengesetzte geben. Ueberhaupt wird bei Batterien von gleichen Plattenpaaren sich immer am Orte der totalen Schliessung der Indifferenzpunkt finden, und die Säule sich von hier aus in zwei gleiche Schenkel getheilt zeigen, deren jeder nur in allen Punkten, wo man ihn berührt, diejenige Wirkung äussert, welche vor der Total-Schliessung nur dem Pole *) eigen war, welcher sich jetzt dieser gegenüber, am andern Ende des Schenkels befindet. Man sieht hieraus, um wie viel mehr als die partielle Schliessung, die Totalschliessung, gleichsam durch Sammlung der Kräfte, die Wirkung verstärkt. **)

*) Eigentlich der ganzen Hälfte dieses Schenkels, bis an den Indifferenzpunkt. *R.*

**) Wie beweisend, bei einigen Abänderungen,

Und nun noch eine einzige Bemerkung, ehe wir von diesem Versuche scheiden. Durch Volta, (S. 451, Anm.,) Erman, (*Annalen*, a. a. O.,) und Ritter, (*Annalen*, B. 8, S. 447,) ist es erwiesen, daſs sich die Electricitäten der Kette, wie der Batterie, einzeln ableiten lassen, so daſs, indeſs jede Spur der abgeleiteten verschwindet, die zurückgebliebne nach dem Schema, (S. 469,) wie sie erzeugt wurde, in voller Kraft erscheint. *) Das-

dieser Versuch auch in mehrern andern Hinsichten sey, hoffe ich ein ander Mahl weiter auseinander zu setzen. Nur das erlauben Sie mir hier noch beizufügen, daſs er mich die relative Stärke zweier beliebiger Batterien sehr *einfach* und *richtig* zu prüfen lehrte. Ich verbinde nämlich die gleichnamigen Pole derselben durch oxydirbare Drähte, die zu Wasserröhren führen: sind sie gleich, so schweigt alles; sind sie es nicht, so wirkt die stärkere mit einer Kraft = der Differenz der Actionen von beiden. Wie groſs diese sey, sehe ich, indem ich der schwächern so viele Plattenpaare, denen gleich, aus welchen sie besteht, zusetze, oder von der stärkern abnehme, bis allgemeine Ruhe eintritt. — Daſs übrigens obiger Versuch vielem, was wir oben sahen, (4 — 9,) zur Bestätigung diene, werden Sie gewiſs mit mir gefunden haben. *R.*

*) Sehr merkwürdig ist es, daſs die Electricitäten sich bei einer Batterie fast in Nichts stören lieſsen, welche Ritter, nachdem sie zwei Tage gestanden hatte, mit trocknen Händen auseinander

felbe haben Sie auch hier im Momente der Total-fchliefsun , und zwar in beiden Schenkeln, in *a* wie *b*, wobei Sie zugleich noch bemerken, wohin das Abgeleitete verwendet wird.

Fernere Verfuche, um die verftärkte Wirkung in gefchlofsner Batterie zu erweifen, würden überflüfsig feyn; fie finden fich in dem Vorigen häufig, und ich hebe fie, um Ihre Geduld nicht ganz zu ermüden, nicht wieder aus. Zwar habe ich nicht umhin gekonnt, Sie im Verlaufe diefer Abhandlung öfters mit Wiederhohlungen von Sachen zu unterhalten, die Ihnen aus Ritter's meifterhafter Auseinanderfetzung längft bekannt waren; doch leitete mich der eigne Gang diefer Unterfuchung allein darauf hin, und machte es mir unmöglich, fie zu umgehen.

Nachfchrift.

Leipzig den 3ten April 1802.

— — Ich habe im vorigen Briefe, wo ich Ihnen die Refultate des *Galvanifirens der harten Hirnhaut im lebenden Zuftande* mittheile, (S. 474,) die Gröfse der Verletzung, die fo äufserft merkwürdig war, anzugeben vergeffen. Die Fractur und Fiffuren betrugen in der Länge faft 9 parif. Zoll; fie fingen am mittlern Theile des linken Seitenbeines

nahm, (*Annalen*, B. 8, S. 468 folg.;) ich hätte vermuthet, dafs fich etwas dem ähnliches zeigen würde, was fich bei der Ableitung findet. *R.*

an, und erstreckten sich durch das Stirnbein, durch den obern Rand der Augenhöhle bis zur Nasenwurzel, indess sie auf der andern Seite bis nahe an den harten Theil des Schlafbeins herabgingen; die Oeffnung betrug in ihrer grössten Breite 2 par. Zoll.

Diesem füge ich ein Paar Bemerkungen bei, die ich erst vor Kurzem gemacht habe.

1. *Batterien aus grössern Platten* ziehen das Goldblatt des Galvanometers aus keiner grössern Entfernung an, als Säulen aus Platten von kleinerm Durchmesser. Ich sah dieses, in Gegenwart mehrerer gültiger Zeugen, als ich zu gleicher Zeit drei Batterien auf gleiche Art mit Pappen, die mit derselben *Kochsalzauflösung* gleich stark angefeuchtet waren, neben einander aufbauete, die eine aus 2zölligen, die zweite aus $1\frac{1}{2}$zölligen, und die dritte aus 1zölligen Zink- und Kupferplatten. Jede dieser Säulen bestand aus 30 Schichtungen, und alle drei wirkten völlig gleich stark auf das Galvanometer. — Eine vierte Säule aus 30 Lagen 2zölliger Platten, deren Pappen mit einer Auflösung von *Salmiak* genässt waren, wirkte stärker auf das Galvanometer, als jede einzelne der drei erstern. Auch gab die mit Salmiak errichtete andere Oxyde, stärkere Dendriten u. s. w., als die, deren feuchter Leiter liquides Kochsalz war.

2. Dass bei *höherer Temperatur* die Metalle auch in höherm Grade leiten, zeigt folgender Versuch: Ich stelle das Goldblatt des Galvanometers so, dass es eben aufhört, sich nach dem andern Stabe hin-

über zu biegen, wenn es durch Drähte mit den Polen einer beliebigen Batterie verbunden wird. Ich erhitze diese Drähte, schliesse durch sie von neuem, und das Goldblatt schlägt nun über.

3. Zuletzt hier noch eine Stelle aus einem ältern Werke über den Galvanismus, die schon vor 9 Jahren sehr leicht hätte Veranlassung zur Entdeckung der Batterie geben können. Sie findet sich in einem Briefe, welchen Robison den 28. Mai 1792 an Fowler schrieb, und der der deutschen Uebersetzung der Fowlerschen Schrift, (Alex. Monro's und Rich. Fowler's *Abhandlung über die thierische Electricität*, Leipzig 1796,) beigefügt ist. Hier heisst es S. 178 wörtlich also: „Ich hatte eine Anzahl von Zinkstücken von der Grösse eines Schillings gemacht, und sie in eine Rolle von eben so viel Schillingen gebracht. Ich finde, dass *diese Abwechselung*, in einigen Umständen, den Reiz beträchtlich vermehrt, und *hoffe*, aus irgend einem solchen Grunde, eine noch grössere Verstärkung hervorzubringen. Wenn die Seite der Rolle an die Zunge gebracht wird, so, dass alle Stücke von ihr berührt werden, so ist der Reiz sehr stark und unangenehm." Wie weit könnten wir seyn, hätte Robison die Nothwendigkeit des feuchten Leiters gekannt, und 1793 die Batterie erfunden.

IV.

NACHRICHT

von einer ſehr in der Nähe beobachteten Waſſerhoſe,

vom

Profeſſor C. H. Wolke
in Jever.

Ihre Annalen von 1801 erinnern mich, daſs ich 1796 im December verſäumt habe, die Beobachtung einer Waſſerhoſe bekannt zu machen, die von mir auf dem finniſchen Meerbuſen einige Meilen von Reval, unter ſehr günſtigen Umſtänden angeſtellt wurde. Finden Sie, daſs ſie die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher verdient, ſo mögen Sie von dieſer Nachricht Gebrauch machen.

Am letzten Juli 1796, als ich mit einem Lübecker Schiffer M — r von Kronſtadt abfuhr, um eine Reiſe nach Deutſchland zu machen, wehte zwar auf kurze Zeit ein günſtiger Wind aus Oſten, doch wurde er ſchon gegen Abend weſtlich. Am 5ten Aug. Nachmittags war er Nordweſt, und wir kamen dabei lavirend nur wenig vorwärts. Bald darauf entſtand eine gänzliche Windſtille, ſo daſs das Meer eine Spiegelfläche zu werden ſchien. In der nordweſtlichen Gegend des Himmels erblickte ich eine lang gedehnte Maſſe düſterer Wolken von ſchwarzblauer Farbe, und bald darauf zwei fürch-

terlich herab ſinkende Zapfen. Mein Schiffer und ſein Steuermann, obgleich ſeit 30 Jahren auf der Oſtſee hin und her ſchiffend, hatten noch nie eine Waſſerhoſe geſehn, aber vieles von ihrer zerſtörenden Kraft gehört. Sie erſchraken alſo, und auf Befehl des Schiffers wurden alle Segel gleich eingezogen. Auch mir war dies Schauſpiel, deſſen Annäherung ich nach der Beſchaffenheit des Windes und unſerer Lage erwartete, neu. Ich freuete mich innerlich eben ſo ſehr darüber, als es meinen Schiffer ängſtigte. Beherzt, ſuchte ich ihn und meine Mitgefährten zu beruhigen, durch die Vorſtellung, daſs wir höchſtens nur ein wenig Sturm und Regen zu erwarten hätten. Meine Beruhigung fand keine gute Aufnahme. Verdrieſslich ſagte er mir: „Sie haben gut ſprechen, daſs keine groſse Gefahr zu befürchten ſey; denn Sie haben nicht, wie ich, ein Schiff zu verlieren.“ Geht das Schiff verloren, guter Freund, erwiederte ich, wer von uns allen hat dann mehr oder minder zu befürchten? Mein Leben gilt mir ſo viel als Ihnen Ihr Schiff!

Kaum hatten wir den kurzen Wortwechſel beendigt, als eins der Ungeheuer gegen uns her ſchwebte. Dem Scheine nach hatte es uns zu ſeinem Ziele gemacht. Der Wind wurde wieder merklich, und wir hätten noch jetzt dem Ueberfalle ausweichen können, wenn der Schiffer nur muthig genug geweſen wäre, geſchwind ein Paar Segel herzuſtellen. Da dieſes aber nicht geſchah, ſo muſsten wir uns geduldig ergeben, hätte auch das Unge-

heuer, wie der Schiffer fürchtete, als ein gefüllter Schlauch uns und unser Fahrzeug überströmen, in seinen Wirbel aufnehmen, zu der Wolke empor ziehen und wieder herab schleudern können. Der Anblick auf diese anrückende Wassersäule, die sich von der Meeresfläche bis zu der düstern Wolke erhob, war, da wir sie in einer Entfernung von 100 Schritten wahrnahmen, wirklich schauderhaft. Es schien mir, dass die Tropfen, woraus der Cylinder bestand, nicht senkrecht herabfielen, sondern schraubengängig herabflossen und zum Theil in einer entgegengesetzten Richtung sich hinaufwanden, (vergl. Taf. VI, Fig. 1.) Der Fuss der Säule schien auf einer grossen kugelförmig hohlen Schale zu ruhen und mit ihr fortzugleiten. Des Schiffes Höhe, von der ich herabsah, erleichterte es mir, dieses zu bemerken. Um den Rand der Schale kochte die See mit Heftigkeit empor. Eine Menge kleiner und grösserer Wassermassen *bbcc* tanzte um sie herum. Sie erhoben sich zugespitzt zu einer Höhe von 12 bis 16 Fuss, und sanken, während andre wieder stiegen, herunter. Eine leichte Wolke von Dünsten *aa*, welche die heftige Bewegung des Wassers erzeugte, schwebte über den tanzenden Spitzsäulen und um sie herum. Man konnte sich dabei des Gedankens an eine mitwirkende Feuerglut nicht enthalten.

Nun wurde die Scene noch feierlicher, als das Getöse des nahen Ungeheuers unsre Ohren durchdrang. Bald hernach stiess es so auf das Vorder-

theil des Schiffes, dafs die Angſt, die meine Gefährten erfüllte, ſie nicht hinderte, es zu fühlen. Zwei Frauenzimmer aus Wien ſchrieen auf: Jeſus, Maria, Joſeph! mein Schiffer: Ach, Herr Jeſus, hilf uns! Die übrigen lieſsen nur ein Ach! oder ein Ach Gott! hören. Des heiligen Jonas Gebet in dem Bauche ſeines Waſſerungeheuers iſt zwar länger, aber wohl nicht inbrünſtiger geweſen. Dieſe ängſtliche Aeuſserung ſtörte mich in der Ruhe meiner Beobachtung und trieb mich unwillkührlich einen Schritt in die Kajüte hinein, vor deren Thüre ich vorher ſtand. Doch Alles war nur ein paniſches Schrecken; keine Gefahr hatte ſtatt. Die Waſſerhoſe rauſchte ſchnell von vorn nach hinten über uns und unſer Schiff hinweg, beſpritzte uns nur mit einzelnen Regentropfen von der Gröſse einer Kirſche, und lieſs einen Schwefel- und Salpetergeruch nach, *) als, nach alter Sage, der Teufel. Der Schiffer dachte wohl hieran, indem er nun mit entlaſteter Bruſt ausrief: Gott ſey Dank! ſeht, da geht *er* hin! In demſelben Augenblick ſprang ich hervor, um den Abzug des zu ſehr gefürchteten Ungeheuers zu betrachten.

Es kam mir vor, als wenn unſer Schiff den Tanz der Spitzſäulen unterbrochen und den Umfang ihres Springplatzes verringert hatte. Sie erhoben ſich nicht gleich wieder zu der Höhe, die ich in gleicher Weite bei ihrem Anzuge wahrnahm.

*) Einen Geruch nach Electricität? *d. H.*

Den Durchmesser des aufkochenden Umfanges *cc* schätzte ich auf 130 Fuſs, den der Hose auf 25 Fuſs. Es kam mir abermahls so vor, als wenn das Wasser in dem Cylinder sich wie zwei Schrauben von einer Seite herab-, von der andern hinaufwand. Die Lage desselben war nun so, daſs die von der Sonne erleuchtete Seite uns in die Augen fiel, welche drei herabhängende Streifen *def* darstellte, wovon der mittelste *e* einen gelben Glanz hatte, die beiden äuſsern *d* und *f* aber etwas dunkel erschienen. Wir verfolgten dieses angenehme Schauspiel so lange mit unsern Augen, bis es sich verlor.

Aber wie erstaunten wir, da wir uns umsahen, und etwas mehr nach Norden hin noch fünf neu entstandene Wasserhosen *ghikl* erblickten. Doch ich lieſs meine Freude über das Glück, eine sehr seltene Erscheinung in der Nähe gesehn zu haben, so laut werden, daſs sie sich den Herzen meiner Gefährten mittheilte und der Furcht keinen Raum verstattete. Die Segel wurden aufgezogen und wir fuhren weiter.

Ein hiesiger Landprediger, K., mit dem ich von meiner Beobachtung sprach, erzählte mir, daſs er auch zu *Repsholt*, (etwa drei Meilen von der See,) eine Wasserhose gesehen habe nicht weit von ihm vorüber gehen, bald darauf einige Bauern gekommen wären, die ihm versichert hätten, daſs diese Wasserhose in der Gegend, wo sie herkamen, einen Weiher fast wasserleer gemacht und die Fische desselben auf das Land umher gestreut hätte.

Dürfte man dieses als glaubwürdige Thatsache annehmen: so liesse es wohl die Folgerung zu, dass das Wasser in der Wasserhose mehr von unten aufwärts als von oben herab ginge. Mir däucht, (doch die Natur zeigt oft mehr Kraft, als wir ihr zutrauen,) dass das schnelle Fortschreiten des Wassercylinders ein Hindernifs werden müsste, eine solche Ausleerung zu Stande zu bringen.

V.

Auszüge aus Briefen und ein Paar Zeitungsartikel.

Ueber Parrot's *meteorologische Theorien*, und die Versuche, welche ihnen zum Grunde liegen. — Versuche über Lebon's *Thermolampen*; Beschreibung ihrer Einrichtung und ihrer Wirkungen. — Narkotische Wirkung des kohlensauren Gas und des Kohlenstoff-Wasserstoffgas beim Einathmen. — Reizbarkeit des fibrösen Theils des Bluts durch galvanische Electricität und Vitalität des Bluts. — *Columbium*, ein neues von Hatchett entdecktes Metall, und dessen chemische Charaktere. Reiner *Nickel* und *Kobalt* werden nicht vom Magnete gezogen. — Pepy's Eudiometer. — Vom Himmel gefallne Steine. — Vauquelin's Zerlegung einer Erde, die gegessen wird. — Curen durch galvanische Electricität, besonders an Taubstummen, in Jever und Stuttgard. — Vergleichender Versuch über die Wirkung der Electricität und des Galvanismus bei einer Lähmung der Gesichtsmuskeln. — Akustische Versuche mit Taubstummen. — Einathmung von oxygenirtem Stickgas und von Sauerstoffgas. — Schwefel-Wasserstoffgas-Bäder.

1. Von Herrn Professor Wrede an den Herausgeber.

Berlin den 13ten März 1802.

Mit Vergnügen habe ich in den Annalen die Versuche des Herrn Professors Parrot in Riga über Meteorologie gelesen. Ich habe schon lange daran gedacht, ähnliche Versuche anzustellen. Im vorigen Sommer schon machte ich die Mitglieder der hiesigen philomatischen Gesellschaft mit einigen meiner Ideen bekannt, indem ich völlig überzeugt bin,

daſs die Miſchungsverhältniſſe der atmoſphäriſchen Luft bei verſchiedener Witterung oft verſchieden, und beſonders der Sauerſtoffgehalt bald gröſser, bald kleiner ſeyn müſſe. Die ſtarke Oxygenirung aller ſäuerbaren und der Fäulniſs unterworfnen Körper nach einem Gewitter, das ſchnelle Sauerwerden des Bieres und Weines, das Gerinnen der Milch in einem Tage, das geſchwinde Faulen der Leichname; dieſes und mehr dergleichen ſpricht ſehr für chemiſche Miſchungsveränderungen in der Atmoſphäre. Ich habe den ganzen vorigen Sommer vergeblich ein Gewitter hier über Berlin erwartet, um den Sauerſtoffgehalt der Luft kurz vorher bei ſchwüler Hitze, und während des Gewitters zu unterſuchen. Die Gewitterwolken gingen immer in zu beträchtlicher Entfernung vorbei. Nur ein einziges Mahl hatte ich Gelegenheit, ein ſehr nahes Gewitter zu beobachten, doch unter Umſtänden, wo ich mich bloſs auf die Urſach des dem Blitze eigenthümlichen Knalles einſchränken muſste, und wo ich genöthigt würde, von Hrn. Girtanner's Meinung abzuweichen. — Ich behalte es mir vor, Ihnen über Hrn. Parrot's Aufſatz einige Erinnerungen mitzutheilen.

---

2. *Von Hrn. Prof. Böckmann dem jüngern.*

Carlsruhe den 26ſten Febr. 1802.

— — Herr Parrot zeigt wirklich einen hohen Grad von Scharfſinn bei ſeinen mancherlei aufgeſtellten Theorien; allein es fehlen ihnen verman-

nigfaltigte und oft wiederhohlte genaue Verſuche. *) So lobenswerth es iſt, gemachte Erfahrungen zu erklären, und wenn es angeht, Theorien darauf zu erbauen, ſo muſs dieſes doch, glaube ich, nicht zu frühzeitig geſchehen, weil ſonſt der Wiſſenſchaft durch einen zu thätigen erfinderiſchen Geiſt oft mehr Schaden als Gewinn erwächſt. Wie miſstrauiſch muſs uns nicht die Geſchichte der Phyſik und Chemie gegen zu frühzeitige, öfters übereilt entworfene Hypotheſen und Theorien machen? Wie bedächtig und langſam gingen Lavoiſier und ſeine Gehülfen, auch bei den günſtigſten Umſtänden, zu Werke, um das neue ſchöne Syſtem zu gründen? Und dennoch fehlt es in den neueſten Zeiten nicht an mancherlei Einwürfen gegen die vollkommene Tüchtigkeit deſſelben; Einwürfe, die es, bei ihrer erwieſenen Gründlichkeit, gewiſs in ſeinen Grundpfeilern erſchüttern müſsten, wenn man auch gleich, aus Gefälligkeit, ſolche nur kleine Berichtigungen zu nennen beliebt.

*) Im nächſten Stücke der Annalen findet der Leſer die ſehr beachtungswerthen Einwürfe des Herrn Profeſſors Böckmann gegen die Parrotſchen Verſuche denen er Schritt für Schritt folgt, und gegen den darauf gegründeten Schluſs, daſs das atmoſphäriſche Waſſer im Sauerſtoffgas der Luft aufgelöſt ſey; auf ſie beziehn ſich die Aeuſserungen in dieſem Briefe. *d. H.*

3. Von Herrn Dr. Joh. Jak. Wagner an den Herausgeber.

Salzburg den 8ten Febr. 1802.

— — Herr Prof. Frischeisen fährt fort, mit dem Galvanismus zu experimentiren. Er operirte neulich ein Paar Blinde, deren jeder noch während der ersten Operation in einigem Grade wieder sehen konnte. Die Operation ist noch nicht geendigt. Auch einige Harthörige fühlten vom Galvanisiren grosse Erleichterung.

Ein Versuch, die *Thermolampen* im Kleinen nach ihrem Wesentlichsten darzustellen, gelang sehr gut. Aus einer Glasretorte, die mit dem pneumatischen Apparate in Verbindung stand, wurde aus Holzspänen kohlensaures Wasserstoffgas entbunden, über kaustische Lauge geleitet, um die Kohlensäure abzusondern, und an einer Oeffnung des Recipienten, die mit einem Hahne verschlossen werden konnte, entzündet. So wurde ein hellleuchtender, sehr wärmender und starker Strom von brennendem Gas erhalten, der eine halbe Stunde anhielt, ungeachtet noch nicht viele Späne verbrannt waren. Das Schmelzen der Retorte, (die nicht beschlagen war, und nur in Ermangelung einer andern zum augenblicklichen Versuche dienen sollte,) machte dem Versuche ein Ende. *)

*) Nach dem, was theils der Bürger Philipp Lebon, Ingenieur des Strafsen- und Brückenbaues in Paris, der Erfinder der sogenannten *Thermolampes*, von ihnen bekannt gemacht hat,

Vor kurzem hatte ich Gelegenheit, an mir ſelbſt Beobachtungen über die Wirkung des *kohlenſauren*

(worin er ſich indeſs nicht als gründlicher Chemiker zeigt,) theils Augenzeugen von dieſer Erfindung und ihrer Wirkung im Journale *London und Paris*, 1801, St. 7, S. 206 f., und in der *allgemeinen Zeitung*, 1801, Nov., S. 1218 und 1296, erzählen, beſteht die ſogenannte Thermolampe in einem Ofen, worin bei Kohlenfeuer, Holz in einem eingeſchloſsnen Raume verkohlt wird, und die flüchtigen Produkte, wie bei der oben erwähnten mit einem Gasapparate verbundenen Deſtillation aufgefangen, die dunſtartigen condenſirt, und das brennbare Gas, (ob geſchieden vom kohlenſauren Gas oder nicht, iſt aus den Beſchreibungen nicht zu erſehen,) verbrannt wird, wobei dieſes nicht bloſs leuchten, ſondern auch wärmen ſoll. Lebon erhielt auf ſeine Erfindung ſchon im Jahre 7 ein *Brevet d'invention* und im October 1801 ein Patent, als auf ein vervollkommnetes Verfahren die Brennmaterialien zum Leuchten und Wärmen zu nützen. Da bis jetzt aber davon noch kein anderer Gebrauch gemacht worden iſt, als daſs Lebon ſeit dem Brümaire alle Decaden einmahl ſeine Wohnung *Rue St. Dominique*, No. 1517, mit Thermolampen illuminirt, und dieſes für 3 Francs die Perſon ſehen läſst; auch in keiner der phyſikaliſchen und chemiſchen Zeitſchriften Frankreichs der Thermolampen bis jetzt gedacht worden iſt, (er ſelbſt wünſcht, daſs eine Subſcription auf ſie eröffnet werde;) ſo ſcheinen diejenigen allerdings nicht zu irren, welche die Thermolampen,

Gas und des *Kohlen-Waſſerſtoffgas* auf den menſchlichen Körper anzuſtellen. Ich war bei einem che-

(wenigſtens in ihrem jetzigen Zuſtande,) mehr für eine beluſtigende phyſikaliſche Spielerei, als für eine Erfindung von groſsem Nutzen erklären. — Lebon's *Thermolampe*, (Verkohlungsöfen,) beſteht aus zwei in einander befindlichen Cylindern aus Eiſenblech. Im Innern, der die gehögen Luftzüge hat, wird mit Kohlen oder Torf geheizt. Der Zwiſchenraum zwiſchen ihm und dem Aeuſsern, rings umher luftdicht ſchlieſsenden Cylinder, wird mit dem zu verkohlenden Holze gefüllt. Eine Röhre leitet die elaſtiſchen Flüſſigkeiten, die beim Verkohlen entweichen, durch ein Kühlfaſs mit einer Schlange, um das brenzliche Waſſer, die *brenzliche Holzſäure* und das *brenzliche Oehl* zu condenſiren, und von den Gasarten, (*kohlenſaures Gas* und *Kohlen-Waſſerſtoffgas*,) zu trennen. Dieſe Gasarten werden überdies gewaſchen, um ſie möglichſt von allen brenzlichen, übelriechenden Theilen zu befreien, zu welchem Ende Lebon ſie durch ein Faſs voll Waſſer ſteigen läſst, wo ſie durch ein Brett mit vielen kleinen Löchern hindurch gehn müſſen; dieſes Waſſer wird dadurch ganz ſchwarz. (Nur wenn es ſehr kalt, oder, wie in dem oben beſchriebenen Verſuche, mit ätzenden Alkalien oder Kalk geſchwängert wäre und fleiſsig erneuert würde, könnte es das kohlenſaure Gas abſcheiden.) Das gewaſchene Gas wird dann durch ſehr dünne Röhren, die im Getäfel, in der Decke und im Boden verſteckt ſind, an die Orte hingeleitet, wo man es, nach Oeff-

mischen Prozesse gegenwärtig, wo, (ohne die Absicht des Unternehmers,) viel kohlensaures Gas und

nung eines Hahns, anzünden und dadurch zum Wärmen und Beleuchten der Zimmer brauchen will. „Die gröſste Unbequemlichkeit dieser Thermolampen, wenigstens jetzt noch, ist der unangenehme Geruch, den sie verbreiten; nach Lebon's Behauptung würde indeſs das Gas diesen Geruch ganz verlieren, lieſse man es hinter einander mehrmahls durch Wasser steigen; auch ist das Licht nur matt, zu flackernd und zu sehr mit kleinen Fünkchen fremdartiger Körper vermischt." (Beides ist dem brenzlichen Oehle zuzuschreiben, welches nicht alles, und eben so wenig wahrscheinlich das kohlensaure Gas, vom Wasser verschluckt wird. Gesetzt indeſs auch, beides wäre der Fall, so würde doch beim Verbrennen des Kohlen-Wasserstoffgas Wasser und kohlensaures Gas, und zwar letzteres in beträchtlicher Menge, erzeugt; würde daher nicht zugleich auf Mittel gedacht, dieses sogleich wieder aus dem Zimmer durch eine Röhre abzuführen, so müſste man schon deſshalb anstehen, Thermolampen in Zimmern anzubringen.)

Lebon bedient sich zweier Oefen, eines kleinern, um seine 5 Zimmer zu erleuchten, und eines gröſsern Ofens zur Illumination des Gartens, der an seine Wohnung grenzt. Ersterer faſst 60 Pfund Holz, wird Abends um 6 Uhr angezündet, giebt eine halbe Stunde nachher, wo Zuschauer hineingelassen werden, schon brennbares Gas genug, um die 5 Zimmer zu erleuchten und zugleich eins derselben, wie Lebon

Kohlen-Waſſerſtoffgas ſich entwickelten. Das Gas wurde zwar nicht geprüft, aber die Natur der be-

behauptet, zu erwärmen, und vermag die Erleuchtung bis 5 oder 6 Uhr Morgens zu unterhalten. Nach Lebon's Berechnung liefert eine Voie Holz brennbares Gas genug, um ſo ſtark und lange leuchten zu können, als 150 Talglichter, und die rückſtändige noch warme Kohle ſoll nur $\frac{1}{6}$ vom Gewichte des verkohlten Holzes betragen, ſo daſs $\frac{5}{6}$ von dieſem als elaſtiſche Flüſſigkeiten davon gingen. Ferner ſoll das dicke brenzliche *Oehl* als *Theer* und die *brenzliche Holzſäure*, (nach Vauquelin's Entdeckung nichts anderes als *Eſſigſäure*, mit ein wenig brenzlichem Oehl vermiſcht,) zu dem meiſten Manufacturgebrauch, z. B. zur Bereitung des Grünſpans, des Bleiweis u. ſ. w., ſtatt der Eſſigſäure zu brauchen ſeyn, vielleicht auch zu manchem ökonomiſchen Gebrauche, da ſie es iſt, welche Fleiſch, Speck, Fiſche u. ſ. w. beim Räuchern durchdringt und ſie gegen Verderbniſs ſchützt, ſie auch eine ähnliche Wirkung auf das Leder hat. — In dem erſten der 5 Zimmer, welche Lebon mit dem kleinern Ofen erleuchtet, brennt das Gas wie in einer Art von Argandſcher Lampe, mit kreisrunder Flamme, in einer Glaskugel, und verbreitet dabei ſo viel Helle, daſs das ganze Zimmer angenehm erleuchtet wird; auch etwas Wärme, doch nicht ſo viel, daſs man ſich an kühlen Herbſtabenden, der vielen Zuſchauer ungeachtet, nicht noch nach einem Kaminfeuer ſehnen ſollte. Im zweiten Zimmer brennt es auf zwei kerzenförmigen Lichtſtöcken, und in den folgenden bald in

handelten Körper liefs nicht zweifeln, dafs es diefe beiden Gasarten waren, die fich entbanden. Ich

Wandleuchtern, bald als Heiligenfchein um das Haupt einiger Statüen, oder in der Fackel einer Statüe, bald auf Kronenleuchtern, bald als Flammenfefton auf einem Dreifufse u. f. w. Die Röhren, welche das Gas nach diefen Stellen hinleiten, find fehr dünn, fo dafs fie fich in dem Getäfel, im Platfond oder unter dem Fufsboden verftecken liefsen. — Mit Hülfe des gröfsern Verkohlungscylinders illuminirt Lebon die ganze Façade des Gebäudes, einige Baffins und eine Grotte im Garten. In der *allgemeinen Zeitung*, 1801, S. 1296, wird eine folche Illumination, wie fie im Brümaire zu fehn war, folgendermafsen befchrieben:

„Das Haus, welches Lebon zu feinen Verfuchen gewählt hat, ift ein blofses *rez de chauffée* von 6 Zimmern, das einen kleinen Garten hat. Haus und Garten waren auf das vollkommenfte von einem blaffen, fehr angenehmen Lichte erleuchtet. In einem Zimmer brannten rings um den Rand einer grofsen Urne hundert kleine Flammen; in einem andern kamen fie über dem Kamine und an den Wänden in Wandleuchtern hervor; ein drittes erleuchtete eine Flamme, die mitten in einer Glaskugel brannte; und ein viertes eine Menge von Flammen auf einem Kronenleuchter. Die Façade des Gebäudes war mit einer brennenden Guirlande umgeben. Eine Staude im Garten trug Blumen aus Licht. In den Büfchen brannten kleine Flammen; ein Baffin war mit Flammen bedeckt, und eine Grotte wurde durch Flammen illuminirt, die aus den Stein-

nahm mich vor dem Einathmen derſelben nicht ſehr in Acht, und mochte wohl eine ziemliche Menge

ritzen hervordrangen, und eine treffliche Wirkung thaten. Dieſe ganze Erleuchtung bewirkte ein einziger kleiner Ofen, der in einem der Zimmer ſtand, und worin ein Kohlenfeuer brannte. Verſchiedne Blechröhren gingen aus ihm nach den andern Zimmern und nach dem Garten. Das Gas entzündete ſich ſchon 6 Zoll von der Oeffnung der Röhren, und gab gröſsere oder kleinere Flammen, nachdem die Oeffnung weit oder enge war. Der Wind trieb die Flamme fort, ohne ſie zu verlöſchen; ſo bald der Windſtoſs nachlieſs, kehrte ſie zurück. Der Geruch, den das ausſtrömende Gas auf die Hand zurück lieſs, war unangenehm. Im Ganzen ſtrömte das Licht aus mehr als tauſend Röhren, die, in einem Zimmer vereinigt, eine unerträgliche Glut würden gegeben haben.".

Noch füge ich hier folgende Stelle bei, aus einer Notiz über den Aufenthalt des Grafen von Rumford in Paris, in der *Decade philoſophique*, An 10, No. 5, p. 312. — „Graf Rumford bemerkte, daſs er ſeit der Bekanntmachung ſeiner Werke mehrere neue Vorrichtungen erdacht habe, deren einige von groſsem Nutzen ſind, und theilte ſie in Modellen mit. Sie betreffen vorzüglich weitere Verbeſſerungen in der Oekonomie des Kochens und Heizens; und man darf behaupten, daſs er dieſe Kunſt faſt bis zum Aeuſserſten vervollkommnet habe. Er traf mit dem Bürger Lebon in der Idee der *Thermolampen* zuſammen, und leitete aus ihr ein Mittel ab, Zim-

davon eingeathmet haben, als ich meine Sinne beträchtlich erregt fühlte. Die Erregung ging endlich in eine Art von Berauschung über, die mich ausserordentlich heiter machte, und bei der mein Puls äusserst stark und schnell schlug. Die Berauschung dauerte den Abend fort, und Nachts verfiel ich in einen dumpfen Schlaf, aus dem ich Morgens mit einem Gefühle von gänzlicher Atonie und Lähmung im ganzen Körper erwachte, das ich mich nie gehabt zu haben erinnere. Diese äusserst lästige Niedergeschlagenheit dauerte, mit einigem Schwindel verbunden, fast drei Tage fort, bis sie endlich ohne angewandte medicinische Mittel von selbst wich. Eine Erfahrung, die mir für die Vermuthung zu sprechen scheint, dass kohlensaures Wasserstoffgas das *narkotische Princip* sey; im Opium und Kaffee wirken wenigstens diese Bestandtheile gewiss. Wäre die Wirkung dieses Mahl nicht so gar un-

mer ohne Lampen oder Lichter, und ohne Verlust an Brennmaterial zu erleuchten. Eben so kam er zugleich mit dem Bürger Montgolfier auf eine Vorrichtung, dem Rauche die Wärme zu benehmen und sie zu benutzen, wodurch dieser specifisch schwerer als die atmosphärische Luft wird, und statt zu steigen, sinkt. Es läfst sich voraussehn, dass, wenn man diese Erfindung weiter verfolgt, die Schornsteine entbehrlich werden, und wir aller Unannehmlichkeiten, die sie und die Kamine mit sich führen, überhoben werden dürften." *d. H.*

angenehm gewefen, fo würde ich mich wohl entfchloffen haben, den Verfuch abfichtlich zu wiederhohlen, und das Verhältnifs der beiden Gasarten dabei zu beftimmen.

---

4. *Aus einem Briefe an Volta, von J. Tourdes, Prof. an der Medic.-Schule zu Strafsburg.*

— — Ein Verfuch, der mir für einen der ftreitigften Punkte der Phyfiologie, nämlich für die *Vitalität des Bluts*, entfcheidend zu feyn fcheint, ift folgender, den ich mir ein Vergnügen mache Ihnen mitzutheilen. Setzt man den *fibröfen Theil des Bluts*, der zurückbleibt, nachdem man alle wäfsrige Feuchtigkeit, das Blutwaffer u. f. w., abgefchieden hat, der Einwirkung Ihrer Säule, bei einer Temperatur von ungefähr 30° R. aus, fo geräth er in Zitterungen, in ein Ofcilliren, und in Palpitationen, denen analog, welche das Fleifch eben erft getödteter Thiere zeigt; *eine doppelte Bewegung*, eine *zufammenziehende und eine dilatirende*, die fich mittelft einer Loupe wahrnehmen läfst, und welche die charakteriftifche Eigenfchaft der Lebenskraft ausmacht, womit die Muskeln, die Haut und ähnliche Theile begabt find. *)

*) (Aus der *Décade philofoph.*, A. 10, N. 3, p. 178.) Sollte fich die Richtigkeit diefes Verfuchs beftätigen, (ich felbft habe ihn noch nicht näher prüfen können,) fo hätten wir in ihm das erfte, über allen Zweifel erhobne Beifpiel von Contractionen

5. *Auszug aus einem Schreiben des englischen Chemikers Chenevix, an den Prof. Pictet in Genf, Herausgeber der Bibliotheque Britannique.*

London den 1sten Dec. 1801.

— — In der letzten Sitzung der Königl. Societät hat unser Freund Hatchett eine sehr interessante und meisterhafte Abhandlung über ein *neues Metall* vorgelesen, welches er entdeckt hat. Sie wissen, dass er und Dr. Grey schon lange damit beschäftigt sind, die Mineralien-Sammlung des brittischen Museums zu ordnen. In der Sammlung Sloane's fand sich eine amerikanische Stufe, die sie anfangs für chromiumsaures Eisen hielten. Um sich davon zu vergewissern, unterwarf Hatchett 100 Gran einer chemischen Analyse, durch die er es als

im fibrösen Stoffe, (der auch die Muskelfasern bildet,) durch galvanische Electricität, *ohne Vermittelung von Nerven;* vielleicht, dass er auch zu Aufschlüssen über den eigentlichen Mechanismus bei den Muskel-Contractionen führte. — Ob der Faserstoff, wenn er aus dem Blute geschieden wird, und sich dabei in fibröser Gestalt coagulirt, sich nicht auch chemisch verändert, ist unbekannt. Er könnte daher wohl in seiner fibrösen Gestalt die beschriebne Reizbarkeit zeigen, ohne dass sie ihm, in dem Zustande, in welchem er sich vereinzelt im Blute befindet, zukäme, ob ich gleich dieses keineswegs als das Wahrscheinlichere annehmen möchte. *d. H.*

als ein eigenthümliches neues Metall erkannte. Hier einige Charaktere desselben.

Es wird durch Salpetersäure acidisirt; die Säure, in die es sich auf diesem Wege verwandelt, ist von weisser Farbe, fast unauflöslich im Wasser, röthet die blauen Pflanzensäfte, treibt die Kohlensäure aus den milden Alkalien, und bildet mit diesen krystallisirbare Salze. Aus diesen durch stärkere Säuren niedergeschlagen, ist sie in den Säuren unauflöslich. Gallussäure giebt damit einen schönen orangefarbnen, blausaures Kali einen orangegrünen Niederschlag, und mit allen Reagentien verhält sich das Metall auf eine Art, die es nicht zweifelhaft läst, dass es ein eigenthümliches Metall ist. Die Versuche wurden in meinem Laboratorio und in meiner Gegenwart angestellt. Etwas von der Säure wurde $1\frac{1}{2}$ St. lang in einem Blackschen Ofen in einem Tiegel erhitzt; die weisse Masse war schwarz geworden, welches vielleicht ein Anfang von Reduction war. Wir fällten es durch Phosphorsäure, und hofften es in meiner Esse, worin ich in 20 Minuten einen hessischen Tiegel so schmelze, dass man keine Spur davon mehr wahrnimmt, in eine Verbindung mit dem Phosphor zu bringen; allein umsonst. Hatchett nennt sein neues Metall *Columbium*.

Nickel zu erhalten, *den der Magnet nicht zieht*, missglückt mir nie; und ich besitze jetzt schon über 2 Unzen solches völlig reinen Nickels. Auch habe ich *Kobalt* erhalten, den der Magnet nicht zieht,

und besitze davon schon über 800 Gran. Beide Mengen bestimme ich zu einer eignen Arbeit über diese Halbmetalle, da sie ganz rein sind.

Pepys hat ein artiges *Eudiometer* erfunden. Er bedient sich dazu salzsauren Eisens, das mit Salpetergas geschwängert ist. Dieses wird in eine Flasche aus Kautschouk gethan, an welcher sich eine kleine gläserne Röhre mit einer Schraube befindet, die in eine kleine graduirte Flasche hinein paßt, in welcher sich die zu untersuchende Luft befindet. Durch Zusammendrücken der Kautschouk-Flasche treibt man wiederhohlt die Flüssigkeit in diese Flasche, wobei sich der Sauerstoff sogleich absorbirt. Oeffnet man den Apparat in einem Glase, so hat man die Resultate. Der Apparat ist noch minder voluminös als der Humboldtische.

---

6. *Vom Himmel gefallne Steine.*

London den 2ten März 1802. — — Man hat hier aus Hindostan Stückchen von Steinen, die vom Himmel gefallen sind, erhalten. Sie enthalten viel Schwefelkies, gleichen in allem denen, die vor einiger Zeit in England vom Himmel fielen, und sind wahrscheinlich Produkte einer sehr entfernten vulkanischen Eruption. (*Moniteur,* No. 166, An 10.)

---

7. *Chemische Analyse der Erde, welche die Einwohner Neu-Caledoniens essen, von Vauquelin.*

Herr von Humboldt versichert in einem seiner Briefe an Fourcroy, eine amerikanische Völkerschaft am Oronocco lebe die 3 Monat über, wo der Strom zu hoch ist, um Schildkröten zu fangen, fast ganz von einer Erde, die sie leicht brennen und benetzen, und wovon einige täglich 1½ Pfund essen, ohne sie, wie die Missionäre behaupteten, mit Krokodillfett zu mischen; und er meint, befeuchtete Erde könne vielleicht durch Zersetzung der Luft oder durch andere chemische Verwandtschaften nähren. —— Labillardière bemerkte in Neu-Caledonien etwas Aehnliches. Wenn die Einwohner vom Hunger gequält werden, essen sie eine ansehnliche Menge eines grünlichen Specksteins, der weich und zerreiblich ist. Vauquelin wünschte zu wissen, ob diese Erde wirklich nahrhafte Theile enthalte, und erhielt einige Stückchen von Labillardière zur chemischen Untersuchung. Diese Erde fühlt sich weich und sanft an, besteht aus dünnen Fasern, die sich leicht trennen lassen, und verliert gebrannt 0,04 an Gewicht. Sie enthält in 100 Theilen:

37 Th. reine Kalkerde
36 Th. Kieselerde
17 Th. Eisenoxyd
3 bis 4 Th. Wasser
2 bis 3 Th. Kalk und Kupfer

Es befindet sich folglich in ihr kein nahrhafter Theil, und sie kann zu weiter nichts dienen, als

den Magen zu füllen; welches eine Art von mechanischem Mittel zu seyn scheint, die Qualen des Hungers zu lindern. Es ist sehr begreiflich, wie eine wilde Völkerschaft, die dem Mangel oft so preis gegeben ist, dass sie, um den Hunger zu stillen, Magen und Eingeweide mit einem erdigen Stoffe füllen muss, der keine andere Eigenschaft, welche ihn zur Nahrung fähig machen könnte, hat, als dass er leicht und zerreiblich ist, dahin kommen konnte, ihre Kriegsgefangnen zu fressen. (*Bullet. des sc. de la soc. philom.*, No. 55, An 10.)

---

8. *Curen durch galvanische Electricität.*

a. *Aus einem Schreiben des Herrn Prof. C. H. Wolke an den Herausgeber des Reichsanzeigers,* Jever den 3ten März 1801; (abgedruckt im Reichsanzeiger, No. 73. S. 380.) „Sie verlangen von mir ein Zeugniss der Wahrheit über die in meiner Vaterstadt gemachten Galvani-Voltaischen Versuche zur Herstellung des Gehörs. — — Als Augenzeuge der seit dritthalb Monaten geschehenen Gehörherstellungen, (S. 380,) versichere ich daher, dass schon mehr geschah, als davon dem Publikum bekannt geworden ist. Als Mitzeugen könnte ich, wenn es erforderlich wäre, eine Menge Personen namentlich aufführen. — — In meiner Schrift, die gegen Ostern gedruckt seyn wird, werde ich umständlich, dem gehaltenen Protokolle gemäss, mehr als 20 Beispiele von *Taubstummen*, die sich nun ihres Gehörs erfreuen, und von einigen *Harthörigen*,

die nun leichter hören, beschreiben, und zugleich eine Nachricht von Hrn. Apotheker Sprenger's glücklich entdeckter Methode, durch die Voltaische Säule das Gehör herzustellen, mittheilen. — — Es ist nichts neues, daſs eine solche für die Menschheit wichtige Sache im Anfange einigen Widerstand findet. Es ist zu hoffen, daſs unsre jetzigen Taubstummen-Institute unter dem Beistande geschickter Aerzte sich bald in erfreulichere *Lehr-* und *Gehörgebe-Anstalten* verwandeln werden; und in dieser Verwandlung werden sie auf immer nothwendig und wohlthätig bleiben. —

b. *Erfolg von Curen durch galvanische Electricität, welche von dem Leib-Medicus Dr.* ***Reuſs*** *in Stuttgard an mehr als* 50 *Patienten versucht worden;* (aus einem Briefe aus *Stuttgard* vom 22sten Febr. 1802, im Reichsanzeiger, No. 73, S. 906.) Zwei *taubstumme* 14jährige Mädchen erhielten in wenigen Wochen durch die Voltaische Electricität die Fähigkeit, zu hören, und machten bisher sehr gute Fortschritte im Buchstabiren und Nachsprechen der ihnen mit gewöhnlicher Stimme vorgesagten Worte, so daſs sie durch fortgesetzten guten Unterricht die deutsche Sprache gehörig erlernen werden. — Ein 4jähriger *taubstumm* geborner Knabe gab nach einigen wenigen Versuchen schon deutliche Zeichen erhaltner Gehörfähigkeit für stärkern Schall in der Nähe. — Bei 2 *taubstumm* gebornen jungen Männern bewirkte die galvanische Electricität in 9 Wochen keine merkbare Veränderung im

Hören; erst in der zehnten Woche stellte sich einige Gehörfähigkeit ein. Dagegen erhielt ein über 30 Jahr alter *taubstumm* Geborner nach etwa 20 Versuchen das Gehör schon so weit wieder, dass er das Schlagen einer Taschen- und Wanduhr und die Töne eines Klaviers hörte. — Von *Schwerhörenden*, meist Erwachsenen, die theils seit mehrern Jahren an vermindertem Gehöre gelitten hatten, theils aus Reizunfähigkeit der Gehörnerven wirklich taub waren, sind einige hergestellt, andere erleichtert worden, und es werden daher die Versuche mit ihnen noch fortgesetzt. Bei einigen blieben fortgesetzte Versuche fruchtlos, wie denn überhaupt kein Mittel in allen ähnlich scheinenden Fällen sich immer gleich wirksam zeigt; indess hatte kein Patient über Vermehrung des Uebels oder andern Schaden zu klagen, da man die galvanische Electricität immer mit Vorsicht angewandt hatte. Bei mehrern musste die Cur, wegen Rheumatismen, verschoben werden. — Dasselbe gilt von verschiednen *Augenpatienten*, die zum Theil noch in der Cur sind, und schon merkliche Besserung verspüren; auch von mehrern Personen, die an einem *Mangel an Erregbarkeit* in bestimmten Organen leiden.

c. *Wirkung der Electricität und des Galvanismus bei einer Muskel-Lähmung, beobachtet vom Bürger Hallé*, (aus dem *Bulletin des sciences de la soc. philom.*, No. 52, An 9, p. 31.) Ein Mann, dem alle Muskeln an der linken Seite des Gesichts und selbst die untern Muskeln des linken Aug-

apfels durch einen Flufs gelähmt waren, den die Kälte erzeugt hatte, war mehrmahls *electrifirt* worden, ohne dafs an diefer Stelle durch electrifche Funken die mindefte Senfation oder Contraction bewirkt wurde; kaum dafs bei Erfchütterungsfchlägen im grofsen Lippenmuskel einige Zuckung zu bemerken war. — Als man dagegen die Enddrähte einer Voltaifchen Säule aus 40 Lagen mit Stellen der kranken Backe, die mit Waffer genäfst waren, in Berührung brachte, geriethen im Augenblicke, wo die Kette gefchloffen wurde, alle Gefichtsmuskeln in Contractionen. Der Kranke empfand in ihnen einen Schmerz und eine fehr unangenehme Hitze; das Auge bekam Convulfionen, und vergofs unwillkührlich Thränen, und an den berührten Stellen zeigte fich Röthe und Gefchwulft. Diefe vergleichenden Verfuche über die Wirkung der Electricität und des Galvanismus wurden an mehrern Tagen wiederhohlt. Hallé bemerkte, dafs die Muskeln noch einige Minuten nach dem galvanifchen Schlage zufammengezogen blieben. Brachte er an fich felbft die Enddrähte in der Gegend der Speicheldrüfen an, fo empfand er einen ftechenden Schmerz, Wärme und einen leichten metallifchen Gefchmack.

---

9. *Akuftifche Verfuche mit Taubftummen.*

Aus diefen Verfuchen, die in der Schule der Taubftummen in Paris am 19ten Febr. diefes Jahrs angeftellt wurden, ergab fich, dafs die meiften

Taubstummen die äusserst schneidenden Töne einer mit dem Bogen gestrichnen Glasplatte oder Glasröhre hörten; sie äusserten ihr Erstaunen über diese ihnen ganz neue Art von Wahrnehmung. Ein junges Mädchen empfand nichts von diesen Tönen. Ein andres taubes Kind, das gleichfalls nicht das mindeste von den allerschneidendsten Tönen vernahm, zeigte dagegen beim Spiele einer sogenannten *Nägel-* oder *Stahl-Harmonika*, die zwar einen sehr lieblichen, aber doch nur einen schwachen Ton hat, so dass man ihn kaum durch den ganzen Saal hindurch hörte, das lebhafteste Vergnügen, und hörte alle diese Töne sehr wohl. Vielleicht, dass die Taubheit derer, die nur die schneidendsten Töne hören, von einer allzu starken Spannung des Trommelfells herrührt, indess diese Membran bei denen, die nur die sanften Töne hören, allzu schlaff, und bei denen, die beide nicht empfinden, ganz gelähmt ist. (*Moniteur.*)

---

10. *Medicinische Versuche mit Gasarten.*

(Aus einem Schreiben Beddoes an Delamétherie im *Journ. de Phys.*, t. 53, A. 10, Brum., p. 405.) Die Wirkungen der Einathmung des *oxygenirten Stickgas* sind so auffallend, dass der Unglaube an das, was davon erzählt wird, sehr natürlich ist. Die Versuche damit sind indess sehr oft wiederhohlt worden, und haben immer dieselben Resultate gegeben. Ich habe es mit sehr gutem Erfolge zur Heilung von Paralysien und zur Restauration

tion delabrirter Temperamente gebraucht. — Ich habe junge Katzen und Kaninchen mehrere Monate hindurch täglich acht bis zwölf Stunden lang in *Sauerstoffgas*, das durch Hitze aus Braunsteinoxyd übergetrieben war, erhalten. Ihre Gesundheit schien dadurch nicht gelitten zu haben; aber in ihrem Wachsthume und ihrer innern Organisation fanden sie sich im Vergleiche mit andern von demselben Wurfe unglaublich verändert. Ich bin im Begriffe, die Beschreibung dieser Versuche mit den nöthigen Kupfern versehn, herauszugeben.

II. *Schwefel-Wasserstoffgasbäder.*

Polizeypräfectur, Paris den 11ten Vent., J. 10, (aus dem *Moniteur*, No. 162, An 10, p. 646.)

Das Tribunal der *police correctionelle* hat am 23sten des vorigen Monats ein Erkenntniss gefällt, welches die bürgerliche Gesellschaft wesentlich interessirt. Georg Guiétand, Apotheker, hatte der Demoiselle Oxelli ein *Bad aus Schwefel-Wasserstoffgas* bereitet. In dem kleinen Zimmer, dessen Fenster geschlossen waren, wurden unter und neben die Badewanne zwei Becken mit glühenden Kohlen gesetzt. Diese zogen gar bald der Dem. Oxelli eine vollkommne Asphyxie zu. Das aus ihnen aufsteigende kohlensaure Gas scheint wenigstens die vornehmste Ursach ihres plötzlichen Todes gewesen zu seyn; denn freilich waren alle Anstalten mit so grosser Nachlässigkeit getroffen, dass

auch das Schwefel - Wasserstoffgas aus der Badewanne entweichen, und die Patientin ersticken konnte. Während einer so wichtigen, die äusserste Vorsicht erfordernden Behandlung, hatte der Bürger Guiétand die Kranke in ihrem Bade allein gelassen, und während seiner Abwesenheit wurde die Badewanne von unwissenden Leuten aufgerissen, da dann die schon in Ohnmacht gesunkne Kranke noch vollends vom Schwefeldampfe getödtet werden musste.

Der Polizeypräfect hat diese Thatsachen bei dem Tribunal der *police correctionelle* angezeigt, und dieses den Bürger Guiétand für schuldig erklärt, durch Unvorsichtigkeit und Sorglosigkeit mit an dem Tode der Dem. Oxelli Schuld gewesen zu seyn. In Rücksicht der Dienste, die er in den andern Zweigen seiner Kunst der bürgerlichen Gesellschaft geleistet habe, verdammte es ihn indess nur zu einer Geldstrafe vom doppelten Belang seiner mobiliaren Contribution, und verboth ihm, je wieder Schwefel - Wasserstoffgasbäder ohne vorgängige Untersuchung und Beistimmung der Gesundheitsbeamten zu reichen.

VI.

PREISFRAGEN.

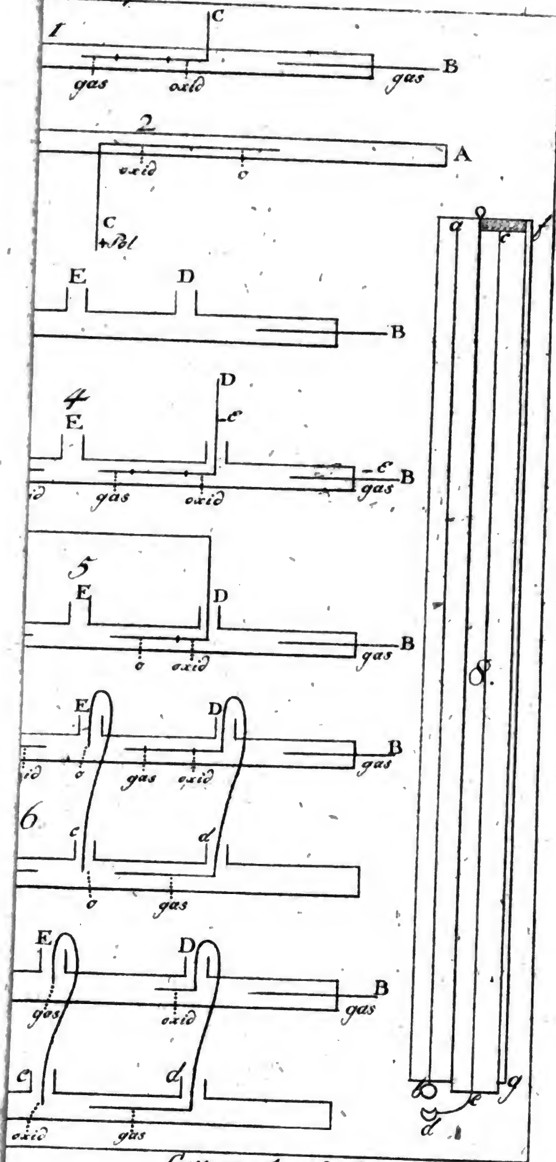
1. Man pflegt täglich *Salze* mit Fleisch- und Kräuterbrühen, Tisanen u. dergl. zu vermischen, ohne recht zu wissen, ob diese salzigen Stoffe dadurch verändert, oder selbst zersetzt werden. Das *Collegium der Pharmacie zu Paris* setzt deshalb den vom Präfecten des Seine-Departements gestifteten Preis, eine goldne Schaumünze, 600 Francs an Werth, auf folgendes: *Durch genaue Versuche zu bestimmen, was mit den gebräuchlichsten Salzen*, (schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Talkerde, weinsteinsaurem Kali, Natron und Spiessglanz, und oxygenirtsalzsaurem Quecksilber,) *vorgeht, wenn man sie unter Tisanen, Kräuter-Decocte, Fleischbrühen, Molken und Kräutertränke mischt.* Es werden Concurrenten aus allen Landen zugelassen; die Schriften müssen französisch oder lateinisch geschrieben, und vor dem 1sten Vendem. Jahr 11 an den Bürger Bouillon-Lagrange, Vorsteher des Collegiums und General-Sekretär der pharmac. Gesellschaft, eingesandt werden, und die Preisvertheilung ist im Brumaire J. 11.

2. Die Nacheifrungsgesellschaft zu *Rouen* setzt eine goldne Medaille, 600 Fr. an Werth, die im Juli

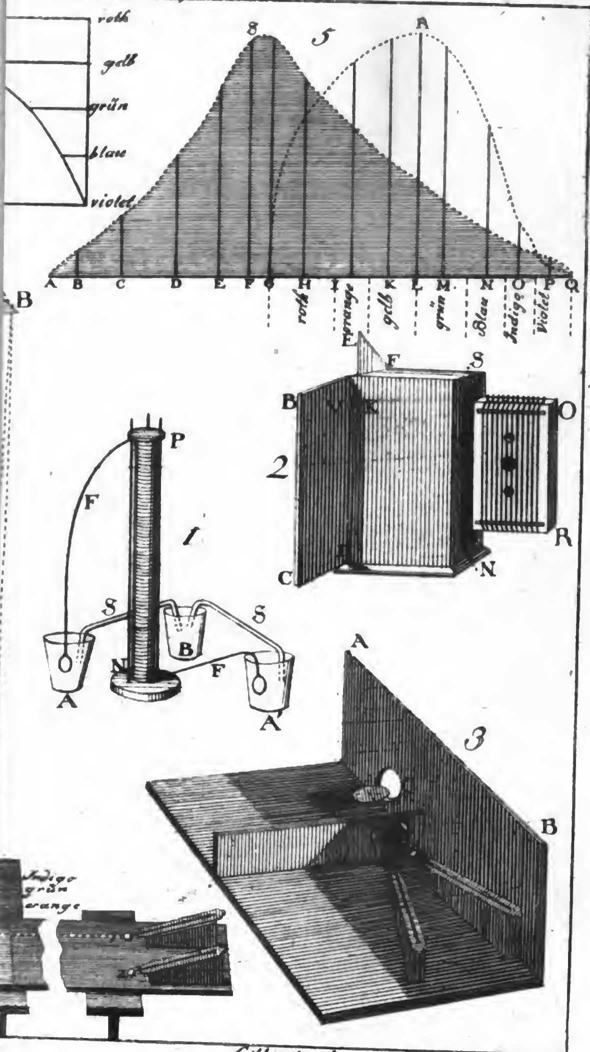
1803 zuerkannt werden ſoll, auf die *Anzeige eines Verfahrens, geſponnene Baumwolle ſo roth, wie die ſogenannte oſtindiſche zu färben, wobei nicht mehr als 6 Abtrocknungen nöthig ſind.* Die eingeſandten Proben müſſen Seife und Salpeterſäure aushalten.

Druckfehler.

Seite 119 Zeile 9 von unten ſetze man 20 ſtatt 200 Schichtungen, (vergl. S. 158.) Seite 286 Zeile 9 ſetze man *Wachs* ſtatt *Waſſer.*


Taf: I.
1
C
gas
oxid
gas
B
2
A
oxid
o
C
+Pol
E
D
B
D
4
E
e
e
B
gas
gas
oxid
5
E
D
B
gas
o
oxid
E
D
B
gas
o
gas
oxid
6
c
d
o
gas
E
D
B
gas
gas
oxid
c
d
oxid
gas
8.
a
c
f
b
e
g
d

Taf: II


roth
gelb
grün
blau
violet
5
A B C D E F G H I K L M N O P Q
roth
orange
gelb
grün
Blau
Indigo
violet
E
F
S
B
O
2
R
C
N
P
F
1
S
S
B
N
F
A
A'
A
3
B
Indigo
grün
orange

Taf: III

I

Kupfer
Zink
Pappe
Kupfer
Zink
Pappe

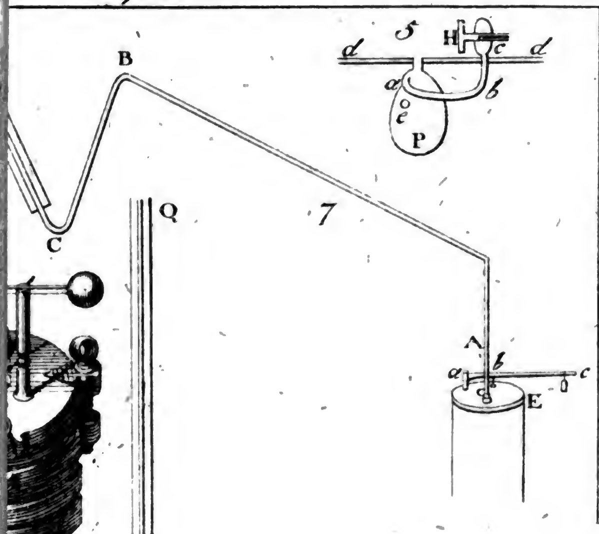
C

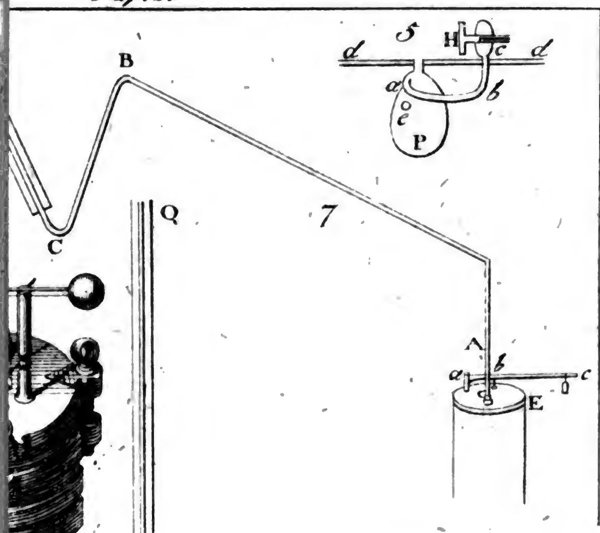
B

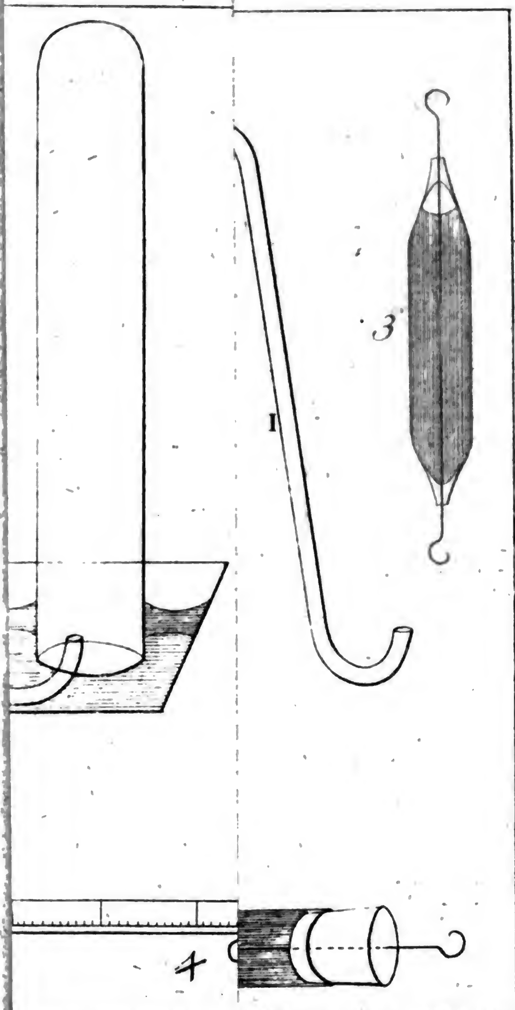
A

Isolir: Harz-Platte

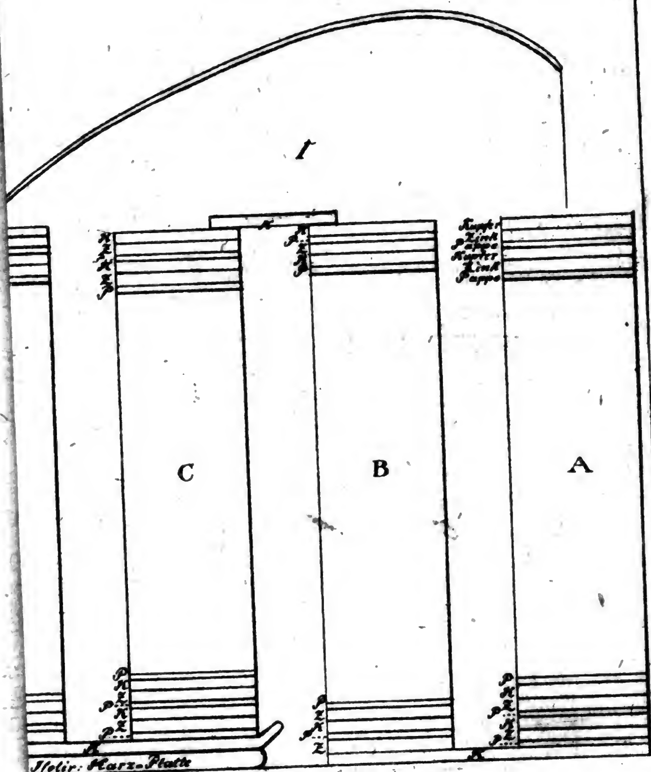
Taf: IV



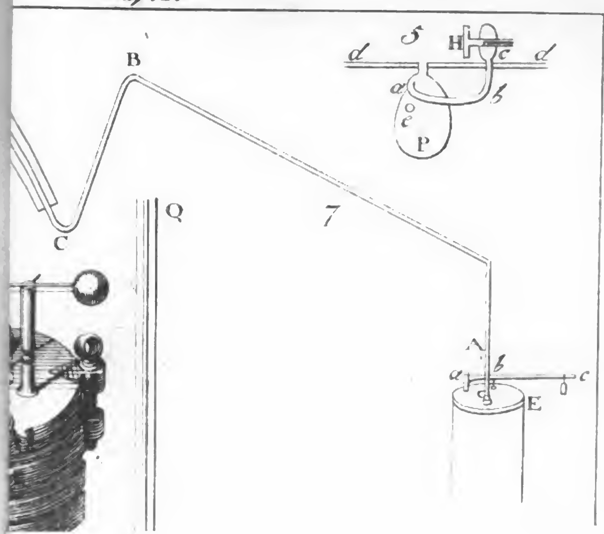

Taf: IV
5
H
d
c
d
a
b
e
P
B
C
Q
7
A
b
a
c
E

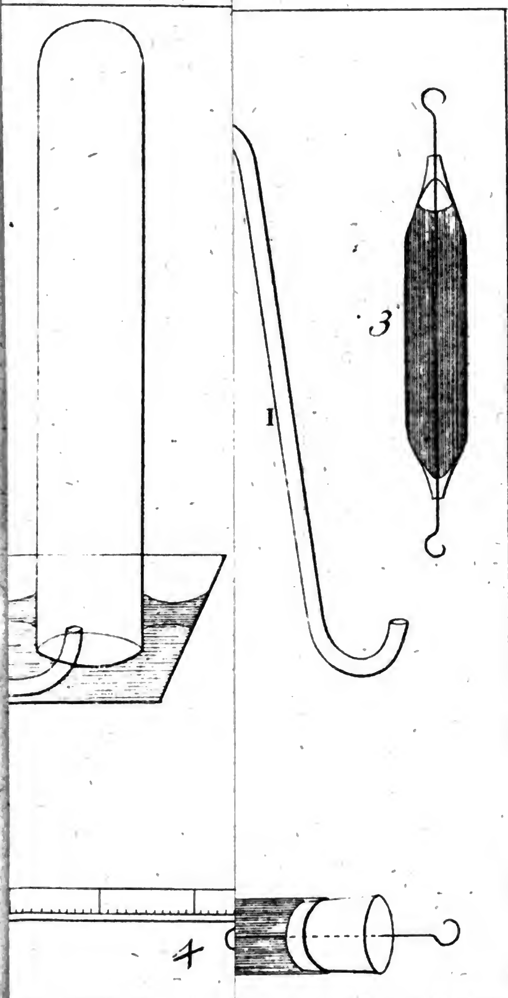

3
I
4

Taf: III



Taf: IV




3
1
4

